علم الخزف



تأليف

علام محمد علام

الخزف

تأليف
علام محمد علام

الناشر
مكتبة الأنجلو المصرية
١٦٥ ش محمد فريد

محتويات الكتاب

معادن السيليكا : السكوارتز، التآصل البلورى لمعادن السيليكا، التريديميت، السكرستوباليت،أنواع السكوارتز، العقيق الأبيض ، العقيق اليمانى ، العقيق الأحمر ، أليشب ، الزلط ، الأوبال .

الصخور الرملية : الرمال ، الحصى والجلاميد ، الحجر الرملى، الحجر الرملى النوبى، حجر الخرسانة، السكوارتزيت الجايسريت ، الطينة الدياتومية ، الطرابلسى

السكريوليت

الفلورسبار

المواد الجيرية :

الحجر الجيرى ، الطباشير ، الرخام ، المرمر ، الدلوميت ، الماجنيزيت ، الجبس ، المصيص

المواد الإضافية :

المواد الخشنة .

الطلق ، الاستياتيت ، حجر أوعية الطبخ ، الإردواز الطاقى ، صابونة الخياط .

صفحة

صفحة

أمثلة لنواتج تحليـــل بعض أنواع الـكاولينات والطينات وأشباه الطين .

حساب التكوين المعدنى للطين من نواتج التحليـــل الـكيميائى .

فوائد التحليل الـكيميائى للطين :

درجة النقاء .

وجود المواد العضوية .

وجود الـكبريت .

وجود الأملاح القابلة للذوبان، مصادرها ، أنواعها ، وتأثيراتها ، قابلية ذوبانها ، طرق التخلص من تأثيراتها الضـــارة .

زيادة نسبة مكونات الطين : ماء الارتباط ، السيليكا الجـــير .

استنتاج بعض خواص الطين : الحرارية ، اللون بعد التسوية .

مسائل :

الباب الخامس : بنية الطين ٢٣٥ — ٢٥١

العلاقة بين أبعاد الأجسام ومساحة سطحها .

صفحة

الغرويات الحافظة :

حالات ترسيب المحاليـــل الغروية : قاعدة وقانون الترسيب ، عوامل الترسيب ، تطبيقات عملية .

غروية الطين :

مكونات الطين الغروية : السيليكا ، الألومينا ، والسيليكات ، أكاسيد الحديد .

نوع غروية الطين .

سوائل وسط انتشار دقائق الطين .

العوامل المؤثرة فى غروية الطين: ميكانيكية، كيميائية، الزمن ، الحرارة ، البكتيريا والمواد العضوية .

الطين الصابونى .

الباب السابع : لازبية الطين ٢٩١ — ٣٢٨

الفرق بين اللازبية واللدونة والمرونة واللزوجة .

تفسير اللازبية :

نظرية الجذب الجزيئى: الجذب الجزيئى بين جسيمات عجائن الطين .

نظرية التوتر السطحى : علاقتها بالجذب الجزيئى فى تكوين لازبية الطين ، حساب قوة تماسك الطين اللازب

ملحقات الكتاب

مقدمة

الخزف

تعريفه ، تقسيمه ، تطوره

الخزف هو منتجات المواد الطينية بعد تشكيلها وتسويتها .

وصناعة الخزف فن قديم قدم الأزل بدأها الصانع المبدع فى خلقه من الطين اللازب[1] وفى خلقه الإنسان من سلالة هذا الطين[2] .

معنى كلمتى الخزف والفخار :

الخزف فى اللغة لفظ يطلق على الجرار وما شابهها . أما الفخار فلفظ يطلق أصلا على كل ضعيف سخيف ، وقد استعمل للدلالة على المشغولات الطينية المسواة الضعيفة البنية .

وتعبر كلمة « سيراميك » الفرنجية بمعناها الحالى عن كل تنويعات الإنتاج

---

(١) القرآن الكريم : الصافات ، ١١ .

(٢) القرآن الكريم : المؤمنون ١٢ ، والسجدة ٧ .

المصنوع من المواد الطينية المسواة سواء كانت ممتزجة أو غير ممتزجة . ويرجع أصل الكلمة إلى اللفظ الإغريقى « كيراموس » والمتتبع للفظ يجده بين ألفاظ اللغة « السانسكريتية » إحدى اللغات الهندية القديمة . ومحوى اللفظ فى تلك اللغة هو المسوى من المواد الطينية .

وتعبر كلمة « تاو » فى اللغة الصينية عن الخزف ، وقد فسر الخزاف « منج تشانج لنج » معنى الكلمة (١) . وذكر أنها من أوائل الكلمات فى اللغة الصينية القديمة التى تفتحت عليها أسماع أهل الصين فى عصورهم الأولى . وقد أرجع الخزاف الكلمة إلى مقاطع ثلاثة يعبر كل منها عن أحد مكونات الفخار وصناعته ، وذلك كما يتضح من الكتابة الصينية ، والتى معناها طين الفخار ، كهف ، جبل ، نخار، على الترتيب . ويستدل من ذلك على أن الفخار كان يصنع عند قدماء الصينيين من الطين الذى يسوى بعد تشكيله فى كهوف عند سفوح الجبال،الأماكن المناسبة فى تلك الأوقات المبكرة من الصناعة، لإقامة القمائن التى استعملت فى تسوية مشغولات الفخار ، والتى كانت تسمى فى اللغة الصينية « ياو » وتشترك هـذه الكلمة مع كلمة تاو فى مقطع « سيب » أى الكهف ، وتتكون من ذلك المقطع مع المقطعين « بو » أى النار « ويانج » أى الغنم ، وذلك كما فى كتابة اللفظ باللغة الصينية وظاهر من مقاطع كلمة « ياو » قمين تسوية الفخار استعمال النار أسفل الكهف . أما الغنم التى تتوسط بين الكهف والنار فأمرها يحيطه الغموض والإبهام ، فربما كانت توضع قربانا لإله النار عندهم لضمان اشتعالها ،

---

(١) منج تشانج لنج : معنى كلمة « تاو » الصينية . مجلة المختار من الخزف الإنجليزية « طبعة ما وراء البحار » ٢٥٠ ، ٢٥١ ، أبريل ١٩٥٠ .

أو كانت توضع فدية عن قرابين بشرية كانت تقدم لإله النار من قبل ابتغاء مرضاته للحصول على إنتاج جيد من بعض المشغولات الممتازة . وللصينيين القدماء أسطورة تروى بينهم فى ذلك .

التعريف الشامل للخزف :

وجدنا أن كلمة خزف وما يقابلها فى اللغات الأخرى قد وضعت منذ القدم للدلالة على منتجات المواد الطينية المسواة . وإن تكن تلك المنتجات فى الزمن القديم من مشغولات الفخار ، إلا أن تلك الألفاظ ظلت تعبر عن كل ما يستحدث من مشغولات المواد الطينية المسواة .

وقد استقرت لجنة جمعية الخزف الأمريكية على تعريف الخزف بأنه المشغولات المصنوعة من المواد الطينية اللازبة أو التى تكتسب خاصة اللازبية بالمعالجة الحرارية لبعض المواد الأرضية غير العضوية ، والتى تكتسب صفات المتانة والصلادة فى تمام مراحل صناعتها .

تقسيم الخزف :

أضاف تعريف لجنة جمعية الخزف الأمريكية السابق على المعنى القديم للخزف مشغولات المواد الطينية المخلقة مثل الجير والجصيص والأسمنت . وعلى ذلك تقسم المنتجات الخزفية على ضوء ذلك التعريف إلى قسمين رئيسيين ، هما :

١ — المنتجات الخزفية الطينية .

٢ — المنتجات الخزفية المخلقة .

المنتجات الخزفية الطينية :

وهى المنتجات المصنوعة من تشكيل عجائن الطين ثم معالجتها حراريا فى عمليات التسوية لتكتسب صفات المتانة والصلادة.

وتنقسم المنتجات الخزفية الطينية حسب بنية أجسامها إلى ثلاثة أقسام ، هى :

(ا) الفخار :

ويسمى أيضاً الخزف المسامى ، وهو منتجات الخزف الطينى ذات البنية المسامية اللينة ، والفخار خفيف الكثافة ذو طابع طينى معتم . ويصنع الفخار من طينات ثانوية . وتسوى مشغولاته فى درجات حرارة منخفضة نوعاً ، تتراوح بين ٧٠٠ — ٩٦٠°م .

ويتنوع الفخار إلى ثلاثة أنواع هى :

١ — الفخار الأحمر : وهو أقل أنواع الفخار جودة ، ويشمل المشغولات الرخيصة السميكة الجدار العالية المسامية . وهو ذو لون أحمر أو بنى . يصنع من الطينات السهلة الانصهار أو المتوسطة الانصهار مثل التربة الزراعية والطينات القلوية . وتسوى مشغولاته فى درجات حرارة منخفضة عن درجات حرارة تسوية باقى أنواع الفخار . ولا تطلى معظم مشغولاته بطبقات تزجيج ، ويصنع من الفخار الأحمر المنتجات الشعبية الرخيصة من قدور وزلع وأزيار ومواجير وأوانى طعام رخيصة وبرانخ ومواسير وطوب بناء وتربيعات .

٢ — الفخار العادى : وهو فخار يتدرج فى لونه من الكريم والأصفر

البنى إلى الأحمر الخزفى . وهو ذو صفات متوسطة بين الفخار الأحمر والفخار الأبيض من حيث المسامية والمتانة وسمك الجدار والكثافة .ويصنع من طينات ثانوية متوسطة الانصهار كالطينات الحديدية والجيرية وتسوى مشغولاته فى درجات حرارة متوسطة بين درجات حرارة تسـوية النوعين الآخرين من الفخار . ولا تطلى غالبية مشغولات هـذا النوع من الفخار بطبقات التزجيج ، وما يطلى منها يستعمل له خلطات بسيطة رخيصة تتـكون من أكسيد الرصاص والـكاولين ، ومنه ما يتزجج بالتمليح ، ومن منتجات الفخار العـادى القلل وأصص الزرع .

وتعتبر الميورقة [1] من أنواع الفخار العادى . وهى مشغولات من فخار رمادى اللون أو محمر تطلى بطبقة من تزجيج معتم يحتوى على أكسيد القصدير. وأدخل صناعة مشغولات الميورقة العرب المهاجرون من الأندلس إلى جزيرة ميورقة غرب البحر الأبيض المتوسط ، ثم نقلت عنهم الصناعة إلى إيطاليـا مع تحريف فى الاسم الأصلى للجزيرة .

٣ — الفخار الأبيض : وهو أرق أنواع الفخار ، يفوق فى جودته الفخار الحجرى والفخار الأبيض قليل المسام ، أبيض اللون، أمتن أنواع الفخار وأقلها كثافة وأرقها فى سمك الجدار . ويصنع من طينة ثانوية بيضاء عالية الانصهار . وتسوى مشغولاته فى أعلى درجات حرارة تسوية الفخار . وتطلى مشغولاته بطبقات تزجيج شفافة .

وأشهر أنواع الفخار الأبيض الفيانس الأبيض أو البنـدقى وهو الرسم

(١) وهو الاسم الصحيح لمشغولات المسماة خطأ بالماجوليكا،ص ٢٧ من كتاب روزنتال : الفخار والخزف ١٩٥٢ .

الفرنسى للفخار الأبيض الراقى المطلى بطبقات تزجيج شفافة ، صنع فى فرنسا منذ القرن الثانى عشر ، وسمى كذلك بالنسبة لمدينة « فاينسا » فى إيطاليا أصل صناعته .

(ب) الخزف الحجرى : وهو الخزف الحجرى أو الخزف الزلطى خزف ذو بنية معتمة تكاد تكون صماء ، متين متوسط الصلادة، مكسره ناعم لامع . وهو فى خواصه وجودته وسط بين الفخار والخزف غير المسامى، القسم الثالث من الخزف الطينى، إلا أنه يعتبر أقل جودة من أنواع الفخار الأبيض. ويتراوح لون الخزف الحجرى من الأبيض إلى الرمادى أو من الأصفر إلى البنى . ويقاوم الخزف الحجرى فعل الكيماويات ، كما أن له قدرة احتمال كبيرة على مقاومة التغيرات الجوية . ويصنع الخزف الحجرى من طينات ثانوية حرارية خالية من الجير، وقد يحتوى بعضها على نسبة من القلويات، وتستوى مشغولاته فى درجات حرارة تتراوح بين ١٠٠٠ — ١٢٠٠°م وتطلى المنتجات بطبقات تزجيج شفافة أو معتمة .

وأشهر أنواع الخزف الحجرى هى الأبيض والملون والكيميائى . ومن أهم منتجاته أوعية وأدوات للمعامل الكيميائية وأنابيب التكثيف وأنابيب ومجارى نقل السوائل الأكالة وأوعية حفظ الكيماويات ، كما تصنع منه قناني المياه المعدنية وعلب الحلوى والزهريات وأوعية الطبخ والمواسير والأدوات الصحية .

(ج) الخزف غير المسامى :

وهو أرقى أنواع الخزف ، بنيته صماء ذات شفافية جزئية ، ويمتاز برنينه وعلو صلادته وكبر كثافته .

ويصنع الخزف غير المسامي من الكاولينات (الطين الأولى) مع الفلسبار كمساعد صهر . وتسوى مشغولاته في درجات حرارة عالية تتراوح بين ١٢٠٠° م — ١٤٥٠° م . وتطلى بطبقات تزجيج مختلفة الأنواع .

وأشهر أنواع الخزف غير المسامي الصيني وتصنع منه أواني الطعام ، ويمتاز بعدم وجود فاصل بين الجسم وطبقة تزجيجه ، وتستخدم هذه الخاصية في تمييز مشغولات الصيني عن سائر أنواع الخزف الأخرى من مكسرها . وللصيني متانة وصلادة ورنين أعلى منها في الخزف العادي ، كما أن له مقاومة عالية لفعل الحرارة والكهرباء والكيماويات .

أنواع منتجات الخزف الطيني :

تقسم منتجات الخزف الطيني من حيث أغراض استعمالها إلى الأنواع الآتية .

١ — مواد البناء الخزفية :

وهي المنتجات المستعملة بصفة عامة في أعمال البناء . وتصنع على هيئة وحدات ذات أشكال هندسية منتظمة تجمع عند الاستعمال بواسطة ملاط لاصق مناسب لتكوين وحدة كبيرة مرتبطة متماسكة الأجزاء ، وتصنع هذه المنتجات من الفخار والخزف الحجري ، وتشمل أنواع الطوب والتربيعات المختلفة والمواسير والأدوات الصحية ، وكذلك مشغولات الفخار الأحمر المستعملة في البناء

٢ — الحراريات :

وهي منتجات خزفية تقاوم فعل درجات الحرارة العالية دون أن تتكسر

أو تتفتت نتيجة التغيرات الحرارية المفاجئة أو من تكرار عمليات التسخين مما يجعلها مناسبة للاستعمالات النارية كبناء الأفران والمواقد والغلايات وأماكن النار . كما تصنع منها أدوات الرص وحوافظ التسوية وبوانق الصهر .

وتصنع الحراريات من أنواع الطين الحرارى فى العادة ، كما تصنع من مواد أرضية غير عضوية أخرى ذات خواص حرارية ، وذلك مثل معادن الماجنزيت والكوارتز والزركون والكروميت والبواكسيت ، كذلك تستعمل مواد حرارية خاصة كالجير والزركونيا والجرافيت والكربيدات فى إنتاج بعض أنواع الحراريات . ومن الحراريات ما يصنع من بعض الفلزات والسبائك ذات درجات الانصهار العالية كالبلاتين والإريديوم .

٣ — المواد العازلة :

وهى نوعان ، هما :

(ا) عوازل حرارية : وهى منتجات خزفية تقاوم فعل وتوصيل الحرارة . تصنع من حجر الديانوم (الكيسلجور) وحده أو مخلوطا مع الطين المكلس مع مواد إضافية أخرى مناسبة.ومن العوازل الحرارية مايصنع من الاسبستوس

(ب) عوازل كهربائية : وهى منتجات خزفية ذات مقاومة كهربائية عالية وتصنع هذه العوازل من بورسيلان ذى تكوين خاص يمتاز بشدة المتانة وضعف التوصيل الكهربائى . ومن هذه المنتجات الأدوات والأجهزة الكهربائية كالمفاتيح والبرايز والفيشات وقواعد الحلى ومسامير الارتكاز .

٤ — الأوعية الخزفية :

وهذه منتجات خزفية تأخذ أشكالها النهائية فى عمليات تشكيل عجائن طيناتها قبل عمليات تسويتها وتشمل الأوعية الخزفية .

(ا) الأوانى والأدوات المنزلية، وتصنع من جميع أقسام الخزف ،وذلك مثل أوانى الطعام وأوعية الطبخ كالأناجر والأبرمة والطواجن واللبانات وأباريق وفناجين الشاى .

(ب) الأوعية والأدوات الكيميائية : وتصنع من الخزف الحجرى والبورسيلان لما تمتاز به من مقاومة لفعل الكيماويات ، وتستعمل منتجات هذا النوع فى المعامل وللصانع الكيماوية وفى تخزين وتعبئة المواد الكيماوية .

(حـ) قطع الخزف الفنى: وتصنع من جميع أنواع الطين . وتتوقف قيمتها الفنية على رقة التصميم واختيار اللون وجمال الزخرف والشكل .

المنتجات الخزفية المخلقة :

وهى المنتجات المصنوعة من مواد أرضية غير الطين، تعالج حراريا لتكوين مواد مخلقة ذات عجائن لازبة قابلة للتشكيل ، وتكتسب متانتها وصلادتها نتيجة لتغير طبيعى كما فى المواد الزجاجية ، أو لتحول كيميائى كما فى المواد الأسمنتية والجير والمصيص .

وتنقسم منتجات الخزف المخلق حسب مكوناتها وطرق تصلدها إلى قسمين ، هما :

١ — المنتجات الزجاجية .

٢ — المنتجات الأسمنتية .

المنتجات الزجاجية :

الزجاج مادة مخلقة ذات تركيب سيليسى معقد ؛ وللزجاج خاصة اللازبية الحرارية تجعله قابلا للتشكيل وهو ساخن فى درجة ليونته ، وعندما يبرد تبريداً سريعاً فى عمليات التخمير يتصلب إلى جسم ذى بنية غير متبلورة متجانسة متماسكة تعرف بالبنية الزجاجية . وتنتج تلك البنيــة من تحول الجسم من حالة السيولة الساخنة إلى حالة الصلابة الباردة على هيئة محلول متجمد لعدة سيليكات بسرعة لاتسمح بتكوين البلورات لارتفاع لزوجة السائل عند تبريده .

ويصنع الزجاج من خلطات مساحيق الرمل النقى مع مقادير أنواع مختلفة من مساعدات الصهر ، كالمركبات القلوية أو القلوى أرضية أو الرصاصية أو البوراكسية . وتحتوى الخلطات بجانب ذلك على نسب بسيطة من الألومينا وغيرها من مواد تضاف لإكساب الناتج مزايا خاصة . وفى الصناعة تصهر الخلطات السابقة صهراً تاماً ويتم فيه تفاعل المكونات وتخليق مادة الزجاج .

والمشغولات الزجاجية أجسام صلبة صماء هشة سهلة الكسر، ذات مكسر محارى . والزجاج مادة شفافة صافية عديمة اللون . ومن الزجاج ما هو معتم ، ومنه ما هو ملون وذلك حسب ما يضاف إلى خلطات تكوينه من مواد عتامة أو مواد تلوين ، وصلادة الزجاج فوق المتوسطة، وهو ردىء التوصيل للحرارة والكهربائية، يقاوم فعل الكيماويات إلى حد كبير، لكنه أقل احتمالا للتغيرات الحرارية من منتجات الخزف الطينى .

وتنقسم المنتجات الزجاجية حسب أغراض استعمالها إلى ثلاثة أقسام، هي :

١ — الأوعية والأدوات الزجاجية :

وتشمل الأدوات والأوانى الزجاجية المنزلية وألواح زجاج النوافذ والقنانى والمصابيح الزجاجية والزجاج الضوئى من عدسات ومنشورات ضوئية .

٢ — مواد الترجيج والمينا والأحجار الصناعية والفسيفساء :

وتتكون هذه المواد من سيليكات معقــدة التركيب تشبه تركيب مواد الأوعية الزجاجية مع زيادة فى نسبة الألومينا . وتستخدم هـذه المواد فى طلاء سطح مشغولات الخزف الطينى ، وتستخدم المينا فى كساء سطح المشغولات الفلزية لوقايتها وزخرفتها ، ومن هذه المواد ما يشكل على هيئة حبات صغيرة تلون أو تترك عديمة اللون شفافة لتستعمل فى رسم لوحات الفسيفساء ، ومن تلك المواد ما يشكل فى أشكال هندسية تستعمل كأحجار صناعية .

٣ — السيليكا الزجاجية :

تصنع السيليكا الزجاجية أو « الفتريوسيل » من صهر الرمال النقية داخل أفران كهربائية ، وتشكل وهى ساخنة لازبة ، وتتجمد إلى بنية زجاجيـة . وتمتاز منتجات السيليكا الزجاجية بتحملها لدرجات الحرارة العالية وتغيراتها الفجائية بجانب الخواص العامة للزجاج. ومنتجات السيليكا الزجاجية إما شفافة عديمة اللون وإما ذات شفافية جزئية وإما معتمة لبنية اللون .

وتستعمل السيليكا الزجاجية لما لها من خواص حرارية عالية فى صناعة

الأدوات الحرارية فى المعامل، وفى أغلفة مقاييس درجات الحرارة العالية مثل البيرومترات، وفى أنابيب ترمومترات درجات الحرارة العالية .

المنتجات الأسمنتية :

المواد الأسمنتية مواد مخلقة ذات تركيب جيرى أو من سيليكات ألومينات الجير . وتصنع هذه المواد من المعالجة الحرارية للمواد الجيرية وحدها أو مختلطة من الطين والرمل لتتحد المكونات لتخليق المادة الأسمنتية . وعجائن المواد الأسمنتية فى الماء لها خاصة اللازبية التى تجعلها قابلة للتشكيل ، وتكتسب هذه المواد متانتها وصلادتها نتيجة لتحول كيميائى يحدث فى تركيبها .

وتتفاوت بنية الأجسام الأسمنتية من حجرية صماء شديدة التماسك إلى مسامية هشة ، وجميعها معتمة ذات مكسر طينى ، وأكثر ماتستعمل فيه المواد الأسمنتية أعمال البناء والتشكيل . وتشمل المواد الأسمنتية الأنواع الآتية :

(١) الأسمنت :

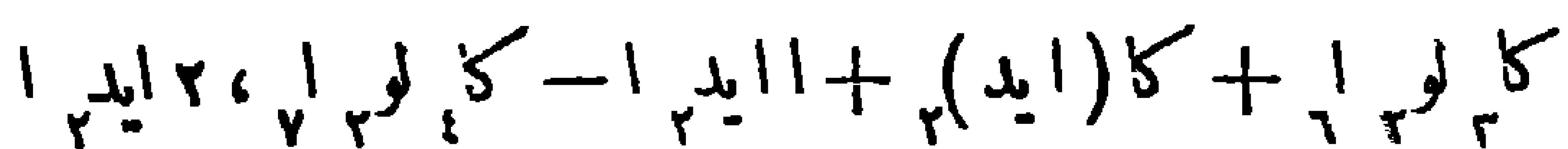
وتتركب مادة الأسمنت بصفة عامة من سيليكات ألومينات الجير المعقدة . ومن أشهر أنواع الأسمنت :

١ — أسمنت بورتلاند : ويصنع من تسخين مخلوط من المواد الجيرية والطين المحتوى على أكسيد الحديد عادة ، وذلك بنسب معينة تقرب من جزء واحد من السيليكا والألومينا مع ما يحتويه من أكسيد الحديديك وجزأين من الجير . ويتكون بعد التسخين إلى درجة حرارة عالية حصى يعرف باسم « كلنكر » يتركب من سيليكات الكالسيوم والألومنيوم والحديد المعقدة.

ويطحن الـكلنكر إلى مسحوق شديد النعومة ثم يضاف إليه مقدار ضئيل من الجبس بنسبة لا تزيد على ٢ ٪ .

ويكتسب مسحوق الأسمنت خاصة اللازبية عند عجنه بالمـاء . ويتجمد نتيجة اتحاده به ، مكونا مركبات مائية معقدة شديدة التماسك . وتفسر عملية التجمد بالتفاعلات الآتية :

يتفاعل المـاء مع سيليكات ثلاثى الـكالسيوم مكونا من سيليكات أحادى الـكالسيوم المـائية وإيدروكسيد الـكالسيوم ٢ كا$_{٣}$ س ا$_{٥}$ + $_{٤}$ ايد$_{٢}$ ا ← (كا س ا$_{٣}$)$_{٢}$ ، ١٠ يد$_{٢}$ ا + ٤ كا (ايد)$_{٢}$ ثم يتحد إيدروكسيد الـكالسيوم مع ألومينات الـكالسيوم فى وجود المـاء مكونا ألومينات الـكالسيوم القاعدية مـائية :



كا$_{٣}$ لو$_{٢}$ ا$_{٦}$ + كا (ايد)$_{٢}$ + ١١ يد$_{٢}$ ا ← كا$_{٤}$ لو$_{٢}$ ا$_{٧}$ ، ١٢ يد$_{٢}$ ا

ويبدأ تجمد الأسمنت فى التفاعل الأول ويتم التجمد ويحدث التماسك فى التفاعل الثانى الذى يستغرق إتمامه نحو ستة شهور من بدء العملية .

ويستعمل أسمنت بورتلاند كملاط وفى البنـاء وأعمال الصب والبلاط والطوب الأسمنتى ، وكذلك المزوقات « موازيكو » على اختلاف أنواعها ، وفى عمل الأحجار الصناعية ، كما تصنع منـه أنواع المواسير وقنوات التوصيل . ويصنع نوع من الطوب يشبه فى تركيبه تركيب الأسمنت البورتلاندى يعرف باسم القراميد يستخدم فى البناء وخاصة فى بناء وجهات المبانى .

٢ — الأسمنت المـائى : ويسمى أيضاً الأسمنت المـاغنيسيومى . ويصنع

تكليس المجنيزيت أو الدولوميت أو الشعاب المرجانية البيضاء مع الطين. ويضاف إلى الناتج كلوريد الماغنيسيوم التى تتحد بالماء فى أثناء العجن منتجة مادة اكسى كلوريد الماغنيسيوم ، أو يضاف إليه أكسيد الخارصين مع كلوريد الخارصين وذلك لرفع لازبيـة العجائن . وللأسمنت المائى خواص أسمنت بورتلاند إلا أنه أسرع منه تجمدا ، لذلك فهو يفضل فى الاستعمالات الإنشائية تحت الماء — ويكثر استعمال هذا الأسمنت فى أمريكا إلا أن هذا الأسمنت أقل متانة من أسمنت بورتلاند .

٣ — الأسمنت الأبيض : وهو أسمنت بورتلاند خالى من مركبات الحديد ، تختار خاماته من المواد الخالية من تلك المركبات . ويستعمل الأسمنت الأبيض فى أغراض الزخرفة وفى عمل الأحجار الصناعية .

٤ — أسمنت بوتشيلان : أو الأسمنت الرومانى ويتكون من خلط الجير مع مسحوق صخور بركانية سيليسية توجد أصلا فى بوتشلى فى إيطاليا قرب نابلى ، كما توجد فى أرخبيل اليونان وفى أندرناخ على نهر الرين فى ألمانيا . كذلك توجد مثل هذه الصخور على شواطئ البحر الأبيض المتوسط الشرقية عند العريش وغزة حيث تعرف باسم حجر الخفاف . وتتركب هذه الصخور من سيليكات سهلة التحال . وهذا النوع من الأسمنت بطىء فى تجمده لكنه عندما يتجمد يكون جسما صلداً شديد المتانة .

٥ — الأسمنت الحديدى : ويسمى أيضاً أسمنت خبث أفران اللفح ، إذ يصنع من خبث الحديد الغنى بالألومينا والسيليكا بعد خلطه بالحجر الجيرى وتسخين المخلوط فى درجة حرارة عالية . والأسمنت الحديدى نوع من أسمنت

بور تلاند وهو كثير الاستعمال فى صناعة المزوقات والأوعية الكيماوية لمقاومته لفعل الأحماض والكيماويات .

٦ — أسمنت الأسنان : ويتكون من مخلوط من أكسيد الخارصين أو بعض السيليكات مع حامض الأورثوفوسفوريك ، ويستعمل فى طب الأسنان .

٧ — الأسمنت الحرارى : وهو نوع من الأسمنت له خواص حرارية ، يصلح للاستعمال فى الأغراض الحرارية ، ويدخل فى تركيبه الاسبستوس .

(ب) الجير :

ينتج الجير من تسخين الحجر الجيرى داخل قمائن فى درجة حرارة ٨٠٠° م والناتج هو الجير الحى الذى يتحول عند خلطه بالماء فى عملية الإطفاء إلى جير مطفأ من إيدروكسيد الكالسيوم على هيئة مسحوق فى إبعاد جسيمات المواد الطينية ، ويكون الجير المطفأ مع الماء عجينة لازبة لها قدرة التشكيل والالتصاق ويستعمل الجير فى الدهان ، ويخلط مع الرمل لعمل الملاط الجيرى . وتتجمد عجينة الجير إلى جسم صلب هش مسامى معتم ، وذلك باتحاده بثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو متحولا إلى كربونات الكالسيوم.

ومن أنواع المشغولات الجيرية مايضاف إلى معاجينها الشحم للحصول على أجسام أشد تماسكا ومقاومة لفعل الرطوبة بكبريتات الكالسيوم .

والمصيص مسحوق طينى يكون مع الماء عجينة لازبة قابلة للتشكيل تتجمد « تشك » فى وقت وجيز نتيجة اتحاد مادة المصيص بالماء مكونا كبريتات الكالسيوم المائية ، وهذه أقل ذوبانا فى الماء من المصيص ، فتترسب على

هيئة بلورات صغيرة متصلة فى شباك تمتلئ ثقوبهـا بباقى العجينة منتجة جسما صلبا مساميا هش البنية .

ويضاف إلى عجائن المصيص مواد تعطل من سرعة تجمده ، ومن هـذه المواد المعطلة الغراء والأصباغ والـكحول ومسحوق نشارة الخشب . كذلك يضاف إليه محاليل الشب أو البورق لتزيد من صلادة أجسـامه ولتقلل من مساميتها . ويعرف المصيص المضاف إليه الغراء باسم « شتكو » كما قد يعالج سطح أجسام المصيص بعد تكوينها لغرض وقايتها وزخرفتها بدهنها أو تغطيتها بطبقة شمعية أو رشها بماء الباريتا « محلول إيدروكسيد الباريوم » لتكوين سطح صلد أصم لايعلق به الأوساخ والأتربة ويقبل الغسيل ، كذلك يمكن تلوين المصيص بملونات تقاوم فعل القلويات أو بإضافة محلول كبريتات الحديدوز « كوبراس » إلى عجينته ، وتلون المادة الأخيرة سطح الجسم بلون أحمر فينيسى بعد جفاف الجسم ، وذلك لتأكسد المركب .

ويستعمل المصيص فى أعمال الصب والتشكيل السريع وفى طلاء الجدران بعد خلطه بالجير ، كما يستعمل فى لحام الزجاج والأوانى الفلزية .

التطور العلمى فى صناعة الخزف :

مضى على صناعة الخزف حيناً من الدهر قدره علماء الأنثروبولوجيا بنحو خمسة عشر ألفاً من السنين، وإن كان قد بلغ الخزف فى ذلك الحين ذروته الفنية إلا أنه لم يتقدم من الناحية الصناعية رغم قدم عهده ، تقدم الصناعات الأخرى التى هى أحدث منه. ويرجع السبب فى عدم تقدم صناعة الخزف إلى عدم كفاية ومسايرة البحوث العلميـة وذلك لاحتياجات الصناعة فى نواحى الكيمياء

والطبيعة والجيولوجيا والرياضة تلك العلوم المتعلقة بالخزف . لذلك استمرت صناعة الخزف بدائية منتظرة حتى أواخر القرن الثامن عشر عند ما قامت البحوث فى الكيمياء الغروية والمحاليل المعلقة واللازبية وقابلية التشكيل ، وعند مادرست ظروف انصهار السيليكات ، وعند ما عنى علماء الكيمياء والطبيعة بدراسة طبيعة الجسيمات والأغشية والقطيرات ، وعند ما استقرت معرفة التفاعلات الحرارية فى درجات الحرارة المرتفعة ، وصار لكيمياء السليكات طريق خاص بها ، وعند مادرست عوامل الصهر إلى غير ذلك من الموضوعات الأساسية التى تقوم عليها الصناعات الزخرفية . وإلى أن خرجت نتائج تلك البحوث من خبايا الأسرار ومعاقل الاحتكار منطلقة إلى مجالات البحوث العلمية العامة ليتداولها كل من يعنى بأمر الخزف وصناعته ، عندئذ لمس الخزافون نظريات بنية الأجسام الخزفية وخواص المواد اللازبة غير المتجانسة . كذلك قامت معامل البحوث فى ألمانيا ومعمل الجيولوجيا الطبيعية بواشنطون بوضع مقاييس دقيقة لتقدير درجات الحرارة العالية . وشاركت جمعية الخزف الأمريكية فى وضع مواصفات مستقرة للمواد الأولية . وقد وصلت تلك البحوث إلى مستويات تطبيقية مفيدة لصناعة الخزف قبل سنتى ١٩٢١—١٩٢٢ كما تقدمت البحوث فى محيط الخزف الطينى ذى البنيات الزجاجية منذ أوائل القرن الحالى .

وصاحب التقدم العلمى اختراع الآلات الميكانيكية التى حلت محل الأيدى العاملة فى إنجاز الإنتاج والعمل على زيادته ، وشمل استعمال القوى الميكانيكية نواحى النقل والتعبئة والتشغيل وعمليات التسوية . كذلك استخدمت الآلات الميكانيكية فى أعمال تعدين وطحن وتجهيز المواد الأولية . كل ذلك كان له أثره الطيب فى رفع المستوى الاقتصادى للصناعات الخزفية مما وفر نحواً من ٤٠—٧٠٪ من تكاليف الإنتاج الصناعى عن ذى قبل . وانتشرت الهيئات

المعنية ببحوث الخزف وصناعته فى جميـع أنحاء العالم ، نخصصت لها الأقسام الدراسية فى الجامعات والمعاهد ، وأسست الأكاديميات العلميـة ، وأنشئت محطات ومراكز البحوث والتجارب ، وقامت الجمعيات العلميـة والشركات الصناعية والاتحادات الصناعيـة والتجارية والمصالح الحكومية ، وعقـدت المؤتمرات العلمية الدولية وأقيمت المعارض ، كل فى مطبوعات دورية أو شبه دورية ما بين تطورات وتقارير وجرائد وخطط ورسائل وكتب ومجلات ومذكرات ونشرات . كذلك قامت البحوث الفردية الخاصة التى تسجل فى سجلات رسمية . وعم تأليف الكتب فى نواحى الخزف المختلفة .

كل ذلك عمل على ازدهار الخـزف وصناعته حتى أصبح من الصناعات العالمية الثالثة أو الرابعـة فى الترتيب . وعمت منتجات الخزف نواحى الحياة الضرورية والكمالية فى كل زمان ومكان ، فغمرت المصنوعات الخزفية حياة الإنسان تزوده وتسد احتياجاته فى المبانى والإنشاءات والأوعية والأدوات المنزلية والزخرفية حتى أصبح لا يكاد جزء من مسكننا مثلا يخلو من قطعة خزفية ما بين لبنة فى الجدار إلى آنية للطعام أو تحفة موضوعة على منضدة البهو ، كذلك أصبح الخزف من الضروريات الأساسية فى الصناعات ، فمن حراريات وعوازل إلى مكثفات وأوعية وأدوات للمعامل والمصانع .

وأخيراً طرق الخزف بعد عشرات القرون فجر عصر جـديد من عصور العلم وهو عصر الذرة ، فقد ساهمت المشغولات الخزفية فى هذه الناحية من التطور العلمى فى حل كثير من المشكلات فى سبيل استغلال الطاقة النووية كما فى صناعة النظائر المشعة والعناصر المخلقة وغيرها من طرق استغلال تلك الطاقة الجبارة فى السلم والحرب على السواء .

تطور صناعة الخزف فى مصر :

قامت صناعة الخزف فى مصر منذ فجر التاريخ وترعرعت وازدهرت فى عهد قدماء المصريين وأيام حكم الفاطميين والمماليك ، وأخذت طريقها التقدمى فى العصر الحديث .

الخزف فى عهد قـدماء المصريين :

ترك المصريون القدماء نقوشاً تشير إلى العمليات الرئيسية لصناعة الخزف عندهم . وقد اكتشفت تلك الرسوم على لوحات داخل مقابر مدينة طيبة ، وفيها تشير العملية الأولى إلى ذهن الطينة بالأقدام ، وتشير العملية الأخيرة إلى إخراج الأوانى من القمائن .

العمليات التى تنطبق على عمليات صناعة الفخار .

واستخدام قدماء المصريين فى صناعة خزفهم طينات رمادية وطينات تميل إلى الاصفرار ، وكانوا يطلون بعض المشغولات بطبقات من الترجيج الأزرق والأخضر مع رسم زخارف عليها باللون الأسود على شكل خطـوط منكسرة فى أغلب الأنواع . ولم يصل التشكيل فى منتجاتهم الخزفيــة رقة الانسياب والرشاقة المطلوبة ، كذلك إتصفت زخارفهم بالغلظة . وكانت مدينة كانوب (أبو قير الآن) مركزاً مشهوراً لصناعة نوع خاص من الفخار المسامى كان يستعمل فى ترشيح مياه النيل .

ويمتازعصر رمسيس الثانى أحد فراعنة مصر بإتقان وجودة صناعة الخزف ، فصنعت فى عهده الجرار والقـــدور والأوعية من الفخار الأحمر والأبيض على

السواء . واستخدم نوع من المينا البيضاء لتزجيج بعض المشغولات . وقد بلغت بعض القطع درجة عظيمة من الروعة والإتقان . والمصريون القدماء أول من استعمل اللبن (الطوب النيء) فى البناء لسهولة تشكيله من طين الوادى .

كذلك عرف قدماء المصريين الزجاج وصنعوه منذ نحو اثنى عشر ألفا من السنين قبل الميلاد كما يستدل على ذلك مما عثر عليه فى مقابرهم من خرز ملون كانت تصنع منه العقود ، وما تركوه من نقوش على بعض آثارهم تمثل صناعة الزجاج . وأخذت صناعة الزجاج عندهم فى التطور والتقدم خلال حكم الأسر المتتابعة حتى توصلوا إلى صناعة القطع الزجاجية الملونة بأفخر الألوان .

الخزف الإسلامى فى عصر الفاطميين والمماليك [1] :

يعتبر عصر الفاطميين فى مصر عصراً ذهبياً للخزف وسائر الفنون التشكيلية عامة . ويرجع ذلك إلى ما تجمعت لهؤلاء الحكام من العناصر الفنية المحلية والاتصالات الخارجية عن طرق التجارة التى كانت الإسكندرية فى ذلك الوقت مركزاً لها بين الشرق والبلاد الأوربية ، هذا إلى ما جنته البلاد من أرباح وأموال طائلة من وراء تلك التجارة . كذلك ساعد على قيام الفن وازدهاره ما سار عليه حكام الفاطميين — فيما عدا الحاكم بأمره — من سياسة التسامح مع الشعب وإغداق النعم والأموال عليه .

وقد كانت الفسطاط (مصر القديمة وفم الخليج وأبو السعود الآن) عاصمة

---

(١) المراجع : تقى الدين المقريزى .

البلاد إبان الحكم الإسلامى ، مقراً لصناعة الخزف . وماهو مشاهد الآن من فواخير وقمائن فى تلك المناطق إن هو إلا آثار صناعة الخزف خلال تلك العصور المجيدة .

وقد برع الصناع العرب أيام الحكم الفاطمى فى صناعة الخزف ، والتوصل إلى إستحداث كثير من أنواعه الراقية ، كذلك أتقنوا تشكيله وزخرفته . وقد شهد لهم فى ذلك مسيو « ماكس هيرز » أحد أعضاء لجنة حفظ الآثار العربية ١٨٩٥ ، وما أحرزته قطعهم من حسن تقدير عند الأوربيين ، وما جاء فى وصف الرحالة الفارسى ناصرى خسرو عن دقة ورقة منتجاتهم . كذلك وجدت توقيعات الصناع والفنانين خلف كثير من تلك القطع ، الأمر الذى لم يكن متعباً من قبل والذى يوحى بما بلغ إليه هؤلاء من شعور بالمسئولية ، وما وصلوا إليه من عزة وثقة بأعمالهم .

وقد صنع المصريون فى عصور الفاطميين والماليك من أنواع الخزف المنتجات الآتية :

(١) منتجات الفخار من أوان عامة وتربيعات القيشانى وبراميل لحفظ وعرض أصناف البقالة .

(٢) منتجات الخزف الحجرى من أوعية الطبخ من أبرمة وأناجر وطواجن .

(٣) منتجات من الصينى كالأوانى والصحاف والأباريق والمتارد المحمولة على ثلاث أرجل وقاطرة مرة [1] .

---

(١) قاطرة ميره (وهو الاسم الأقرب إلى الصحة) ، وهو وعاء عميق ذو غطاء ، مزخرف بصورة بارزة ، يسع نحو سبعة عشر رطلا .

(٤) كئوس الباهز [١] للشراب . ومن خاصة البازهر أن لون الشراب فيه فيه يتغير إذا كان مسموماً ببعض السم .

(٥) القطع الفنية من تماثيل وصحاف وأوعية منقوشة وسادة على شكل حيوان وطير وذات أرجل تشبه أرجل الحيوان ، ومازال بعض تلك التحف محفوظاً فى متاحف الفن الإسلامى ودار الآثار العربية بالقاهرة ، وفى متاحف وأديرة وكنائس أوربا وأمريكا . واستعملت التزجيجات والزخارف الغالية والثمينة من الذهب والفضة فى تزيين تلك النقوش ، كما استعملوا التبريق الفلزى والألوان القزحية التى يتغير لونها تبعاً لوضعها ، كذلك استعملت المينا فى توشية الصحون .

(٦) ازدهرت الصناعات الزجاجية فى مصر أثناء حكم الفاطميين ، وكانت منتجاتهم منها على درجة فنية رفيعة ، إلا أن مادة الزجاج كانت مشوبة ببعض العيوب الصناعية كوجود الفقاقيع داخل أجسام المشغولات . ومازالت بعض أماكن قاهرة المعز تحمل اسم هذه الصناعة مثل « درب القزازين » بحى الجمالية . ومن منتجات العصر الزجاجية :

(١) الكئوس الذى أطلق عليها طراز القديسة « هرويج » وأقداح الشراب التى كانت تستعمل فى ملء شراب الفقاع [٢] ، والبواطى [٣] ، والخرارير [٤] التى منها مايحمل اسم الخليفة الفاطمى العزيز بالله ولا يزال محفوظ أحدها فى

---

(١) الباهز لفظ فارسى معناه نافى السم .
(٢) الفقاع نوع من شراب البيرة كان منتشرا بين المصريين فى العصور الوسطى .
(٣) الباطنية إناء زجاجى يملأ بالشراب ويوضع وسط الشاربين يغترفون منه .
(٤) الخرار إبريق له عنق ضيق يزداد جسمه اتساعا نحو قاعدته .

كاتدرائية سان مارك بالبندقية ، ومن إنتاجهم فى هـذه الأوعية الكيزان المصنوعة من البلور .

(ب) الخرز الملون والدمالج الزجاجية الملونة .

(ج) المشاكى والقناديل والقنانى وكلها ذات زخارف من طير ونبات وخطوط من الكوفى والنسخ وزخارف متنوعة .

(د) لوحات مرسومة بالزجاج الملون الملحوم بالمصيص ، ومن تلك اللوحات القمرية ذات زهور القرنفل الموجودة فى مسجد الأشرف بالقاهرة .

(هـ) الفسيفساء ، وقد برعوا فى استخدامها فى زخرفة شتى الأماكن .

٧ — صنع المصيص (الجص) واستعمل فى الطلاء والزخرفة وفى لحام الزجاج الملون من المزوقات .

الخزف المصرى فى العصر الحديث :

لم يكن لصناعة الخزف فى مصر خلال العصور الحديثة نشاط يذكر أو إنتاج ملحوظ . وكل ما بذل من مجهودات فردية فى هـذه الصناعة لم يكن على أساس علمى مما جعلها غير مجدية فاشلة فى معظم نواحيها . وانحصرت هذه الصناعة فى إنتاج القلل والأصص والجرار والقدور فى بضع فواخير بجوار جامع عمرو بن العاص بمصر القديمة، وفى حى أبو السعود قامت على أنقاض صناعات خزفية عظيمة أيام الفاطميين والمماليك ، كما كانت فواخير أخرى متفرقة فى الريف تنتج الجرار وما شابهها بنفس خامات وطرق قدماء المصريين. وتلاشت صناعة الخزف المزجج إلا من بضع سلاطين خضراء بسيطة تستخدم فى بعض صناعات

الأغذية كان ينتجها مصنع الزبدانى بفم الخليج ومصنع المعلم حسنين البهنساوى بجوار جامع عمرو .

ثم أقام « جونسون باشا » مدير الورش الأميرية ببولاق مصنعاً للخزف الراقى فى فم الخليج ، وكان بالمصنع ستة أفران أحـــدها خاص بالتمليح . واستخدم المصنع الطينة الأسوانى فى صناعة منتجات من زلع مغربى ومواجير خضراء وبراميل مترجحة ومواسير مترجحة بطريقة التمليح ، كما أنتج المصنع تزييعات القيشانى . ولم يستمر المصنع فى إنتاجه بل أزيل عن بكرة أبيه .

ومن مصانع الخزف التى أنشئت فى بدء العصور الحديثة فى مصر مصنع الخواجة « ماتيو » أحد تجار الخزف الإسكندرانى[1] وكان ذلك فى بلدة طرة ، واستعان ماتيو بخزاف فرنسى يدعى « كوتييه » الذى أحضر خزافين يونانيين للعمل بالمصنع تتلمذ عليهم عمال مصريون لم يلبثوا أن خبروا الحرفة من اليونانيين وتفوقوا عليهم فى جودة وكمية الإنتاج مع انخفاض أجورهم ففضلهم صاحب المصنع عن اليونانيين الذين استغنى عنهم. واستخدم المصنع طينة من المنطقة وخلطها ببعض من الطينة الأسوانلى والطينة التبينى وطمى النيل . واستخدم المصنع خلطات تزجيج مكونة من المرتك الذهبى (أكسيد الرصاص الأصفر) والزلط المكاس مع نحو ٥٪ من الطينة الأسوانلى تعمل كمادة رابطة، وتعتبر تلك الخلطة من خلطات التزجيج الجيدة ذات التكوين العلمى الصحيح.

وأسس الخواجة « لامبومارانجاكس»، وكان شريكا لماتيو فى مصنع طرة

(١) هو خزف يونانى مستورد إلى الإسكندرية التى كانت مركزا لتجارته فى البلاد ، ومن ثم اتخذ اسمها .

السابق ثم انفصل عنـــه ، مصنعاً خاصاً به فى روض الفرج باسم مصنع « مارانجا كس وزيريفوس » ويعد المصنع من مصانع الدرجة الثانية لمصـانع الخزف المصرية . وأنتج المصنع الطوب الحرارى والمواسير والأوانى الشعبية مع قطع فنية من الخزف السامى على طراز عربى من النوع ذى البطانتين استخدم فى زخرفته طرق الـكشط وبعض اللونات .

الشركة العامة لإنتاج الحراريات والفخار :

(مصنع سورناجا سابقاً) أنشأ مسيو سورناجا مصنعه بالوادى مركز الصف بمحافظة الجيزة ؛ وقدم المصنع بتجارب كثيرة مختلفة فى كثير من فروع هذه الصناعة . وكانت فتره الحرب العالمية الثانية مجالا مفيداً لتلك التجارب وخاصة بعد انقطاع ورود منتجات الخزف الأجنبية . وقد كللت كثير من التجارب التى قام بها المصنع بالنجاح . واستخدم المصنع الطينة الأسوانلى العامة والمفروزة فى صناعة منتجاته الراقية . واستخدم خلطات تزجيج رصاصية ذات لون عاجى وكانت تـكون من إضافة نوع من الطينة الأسوانلى المعروفة باسم « الطينة اللازقة » مع مادة البورق . إلا أن طبقات التزجيج الناتجة لم تـكن طويلة الاحتمال . كذلك امتازت منتجات المصنع بدقة التشكيل ومهارة التنفيذ ومن أهم منتجات المصنع أنواع الطوب وتربيعات الأرضيات وتربيعات القيشانى المزخرف والمزجج والمواسير ، والأدوات الصحية والعوازل الـكهربائية ، كما أنتج أطباق الطعام ذات الجودة الصناعية الـكبيرة ، كذلك أخرج زهريات الزينة وأنواعا من الطوب الحرارى :

مصنع سيجوراب

ويقوم بخط حلوان لإنتاج المواسير والأعمدة الأسمنتية والعوازل الحرارية

من الاسبستوس الأسمنتى ، ومواسير المجارى من الفخار المزجج والطوب الحرارى .

مصنع الشركة العامة لمنتجات الخزف والصينى :

وهو إحدى شركات البناء والحراريات أسسته حكومة الثورة فى ٢٣/٧/٥٥ ، وبدأ فى إنتاجه ١٩٥٩ فى ناحية مسطرد . والمصنع مؤسس على أحدث نظم صناعة الخزف العالمية. ويستخدم المصنع الخامات المحلية من رمال وكاولين سيناء . وينتج حالياً نحو ٤٠٠٠ طن فى السنة من أدوات صحية وأدوات منزلية وتربيعات من القيشانى الأبيض والملون . وبالمصنع قسم راقٍ خاص بزخرفة الخزف ، ويعمل به ما يزيد على ٨٠٠ ما بين عامل وموظف من الجنسين .

صناعة الزجاج فى مصر الحديثة :

مرت صناعة الزجاج بمراحل الإهمال شأنها فى ذلك شأن صناعة الخزف الطينى بل شأن سائر الصناعات الأخرى . وكان إنشاء أول مصنع للزجاج فى أيام الحاكم التركى محمد على ، وكان المصنع بالقرب من مدينة الإسكندرية (محطة معمل القزاز) ثم أنشئ ١٨٨٥ مصنع آخر فى حى راغب باشاباسكندرية، ومصنع ثالث ١٨٩٥ فى حى باب سدرة من المدينة، وكان مصير المصانع الثلاثة الفشل والقضاء عليها فى طور تكوينها بسبب منافسة البضائع الأجنبية .

ثم ظهرت بضعة مصانع صغيرة فى بعض أحياء القاهرة كانت تنتج الأدوات الزجاجية البسيطة كمصابيح البترول ومداخنها ودوارق الماء والقناديل وبعض الحلى الزجاجية ، وكان يستخدم كسر الزجاج فى صناعة تلك المشغولات .

وأخذت بعد ذلك صناعة الزجاج تنمو وتزدهر بفضل عناية الحكومة وتشجيعها وإنشاء المؤسسات الفنية لتغذيتها . فظهرت عدة مصانع للزجاج فى مصر . وفى مقدمتها .

مصنع شركة النصر للزجاج البلورى (مصنع ياسين سابقاً) .

بدأ المصنع عمله فى مارس ١٩٣٢ فى شبرا الخيمة . وكانت باكورة إنتاجه الزجاج الشفاف الجيد . والمصنع مهيأ بكامل المعدات والأقسام . ويعتبر فى مصاف أرقى المصانع الأوربية . وكانت تستورد الرمال البيضاء اللازمة لصناعة الزجاج من بلجيكا فى أول الأمر حتى اكتشفت حقول الرمال الصالحة فى البلاد . أما يلزم الصناعة من حجز جيرى فيستخرج من جبال بلدة سمالوط من أعمال محافظة المنيا . كذلك استغل المصنع مادة كربونات الصوديوم المستخرجة من وادى النطرون فى صناعة الزجاج . واستعان المصنع فى بدء إنتاجه بعمال فنيين من تشيكوسلوفاكيا حتى تمكن فريق من العمال المصريين من فهم الصناعة وخاصة عملية التشكيل بالنفخ اليدوى .

وينتج المصنع الآن شتى أنواع الأدوات الزجاجية الشفافة غير الملونة كالأقداح والأكواب والقوارير ومداخن مصابيح الكيروسين وأوانى التقطير ودوارق المعامل والمخابير وغيرها من أدوات علمية وطبية . وتستهلك البلاد معظم إنتاج المصنع ويصدر الفائض إلى الأقطار الشقيقة .

صناعة المواد الأسمنتية فى مصر الحديثة .

تقوم صناعة حرق الأحجار الجيرية والجبس لإنتاج الجير والمصيص منذ

القدم . وكانت تجرى عمليات الحريق فى قمائن بدائية تشاهد بكثرة فى جبل المقطم وغيره من أماكن . وقد تقدمت هذه الصناعة فى البلاد وأدخل استعمال القمائن والأفران المستمرة المستعمل فيها المازوت كمادة وقود ، مما خفض تكاليف الإنتاج كثيراً مع تحسينه. ومن أهم البلاد المنتجة للمصيص والجير «فايد والبلاح» على قناة السويس .

أما الأسمنت ، فقد بدأت صناعته فى مصر ١٩٠٠ وكان ذلك فى بلدة المعصرة ، ثم تعددت مصانع الأسمنت فى القاهرة والإسكندرية حتى أصبح فى البلاد أحد عشر فرناً ينتج أجود أنواع الأسمنت بمقدار سنوى يصل إلى مليونين من الأطنان ما بين أسمنت بورتلاندى عادى وسريع التصلب والمقاوم لفعل مياه البحر وأسمنت حرارى وأسمنت حديدى . وتستغل الخامات المحلية من حجر جيرى وطين وجبس التى تستخرج من المحاجر المجاورة للمصانع ، كذلك استغل خبث الحديد الناتج من صهر الحديد فى أفران اللفح العالى فى مصانع الحديد والصلب فى حلوان فى صناعة الأسمنت الحديدى .

الهيئات الفنية والعلمية المعنية بصناعة الخزف فى مصر :

أنشأت وزارة التربية والتعليم (وزارة المعارف سابقاً) ١٩٢٩ قسماً لدراسة صناعة الخزف الطينى فى مدرسة الفنون التطبيقية، وعينت له إخصائياً ألمانياً فى فن الخزف ، ثم نقل القسم إلى مدرسة الصناعات الزخرفية ١٩٣٦ ، واكتفى بتدريس المادة فى المدرسة السابقة كمادة تابعة لقسم الزخرفة ، ألغى القسم نهائياً ١٩٤٥ ، وأعيد إنشاء القسم فى كلية الفنون التطبيقية بعد ذلك . كذلك أنشئ

قسم للبحوث العلمية والتطبيقية لمواد صناعة الخزف فى المركز القومى للبحوث فى الدقى ، ويطلق على القسم اسم وحدة الحراريات ومواد البناء .

وفى ١٩٣١ أنشىء قسم خاص بالزجاج فى وزارة التجارة والصناعة (مصلحة الصناعة وقتئذ) للبحث فى كل مايختص بصناعة الزجاج فى مصر ، ثم أنشىء فى ١٩٣٣ معهد الزجاج النموذجى بالعباسية لتنظيم صناعة الزجاج فى مصر وتدريب المصريين عليهـــا تدريباً عملياً منظماً ولإجراء التجارب وإعطاء الإرشادات المفيدة للمعنيين بأمر تلك الصناعة . إلا أن ذلك المعهد لم يستمر طويلا . إذ توقف عن قبول طلبة جدد فى أثناء الحرب العالمية الثانية حيث كانت تؤجر أفرانه ومعداته للشركات والأفراد لعمل التجارب وتدريب العمال ، ثم أخذ المعهد فى استعادة نشاطه الدراسى منذ ١٩٤٦ فقبـــل دفعات جديدة من التلاميذ لتعليمهم وتدريبهم على صناعة الأجهزة العلمية ودراسة فروع أخرى من الزجاج كالزجاج المعمارى والحلى الزجاجية وغيرها ، ثم أنشىء قسم خاص بالزجاج فى كليـــة الفنون التطبيقية ١٩٦١ بعد أن كان يدرس كأحد مواد قسم الزخرفة من قبل .

الباب الأول

مواد الخزف الأولية

تشمل المواد الأولية التى تقوم عليها الصناعات الخزفية مواد ذات خواص لازبة وخمول كيميائى . وجميع هذه المواد فيما عدا القليل منها من المواد الأرضية.

وتنقسم مواد الخزف الأولية من حيث وظيفتها فى تكوين الجسم الخزفى إلى الأقسام الآتية :

(١) المواد الطينية ، وهى المواد الأساسية المكونة للأجسام الخزفية .

(٢) مساعدات الصهر .

(٣) المواد الجيرية .

(٤) مواد إضافية .

المواد الطينية

الطين فى اللغة مادة الخلقة ، والصلصال اسم يطلق على العجينة التى يصنع منها الخزف ، واشتق الاسم الفرنجى للطين من معنى اللزق والثبات خاصة اللازبية التى تتميز بها عجائنه .

والمواد الطينية مواد أرضية غير عضوية على هيئة رواسب سائبة تتكون من جسيمات تقل أبعاد أحجامها عن ٥ . ر٠ من الملليمتر ، ولا تتوقف على التركيب الكيميائى لمادة الرواسب .

والطين أحد تلك المواد الطينية وهو مركب من أحماض ألومينوسيليكات المعقدة المرتبطة بجزيئات من الماء[1] . ويوجد الطين فى الطبيعة على هيئة معادن وصخور .

معادن الطين

وهى تكوينات متجانسة من الألومينوسيليكات المرتبطة بالماء ، فيما عدا معدن المولييت اللامائى . وتنقسم معادن الطين حسب تركيبها الكيميائى وأصل تكوينها إلى أربعة أقسام ، هى :

(١) معادن كاولينية .

(٢) معادن ألومينو سيليكات المائية غير المتبلورة . وتسمى أيضاً معادن الطينات .

(٣) معدن ألومينوسيليكات المائية المتبلورة ، وتسمى أيضاً معادن أشباه الطين .

(٤) معادن المولييت .

---

(١) سيرل : المواد الحرارية ، ٤ — ١١ ، ١٩٥٠ .

المعادن الكاولينية[1] :

وهى معادن متبلورة فى نظام أحادى الميل ، توجد فى شكل رقائق عادة . وهى ذات تركيب كيميائى محدود من ثنائى ألومينو سيليكات المرتبطة بجزيئين من الماء فى كل جزىء منها . ويرجع أصل تكوين تلك المعادن إلى تحلل فلسبار الصخور النارية الحامضة . وهى المعادن المكونة للكاولينات . وأهم هـــذه المعادن هى :

الكاولينت :

وهو معدن الطين النقى ، يتركب من ٤٦٫٥ ٪ سيليكا ، ٣٩٫٥ ٪ ألومينا ، ١٤ ٪ ماء .

خواص المعدن الطبيعية :

الكاولينيت معدن ذو بلورات أحادية الميل ذات شكل معينى رقيق . كما توجد منه بلورات أحادية الميل على شكل رقائق سداسية . كذلك توجد البلورات على حالة كتل طينية متماسكة . والمعدن سالب الضوئية عند فحصه ميكروسكوبياً .

وبلورات المعدن هشة أو مسحوقة ، شفافة أو ذات شفافية جزئية ، لينة تبلغ صلادتها من ٢ إلى ٢٫٥ من درجات الصلادة . ويبلغ ثقل المعدن النوعى من ٢٫٦٠ إلى ٢٫٦٣ . وللبـــلورات بريق لؤلؤى ، أما الكتل فيقل بريقها

---

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨٠ — ٦٨١ ، ١٩٣٢ .

عن ، ذلك وقد تكون معتمة ، ولون المعدن أبيض أو مغبر وقد يكون مصفراً ، وفى بعض الحالات يكون ذا مسحة بنية أو زرقاء ، كما قد يكون لون المعدن محمراً . وللمعدن ملمس دهنى .

خواص المعدن الحرارية :

يبدأ المعدن فى فقد ماء ارتباطه عند تسخينه إلى درجة ١١٠ ° م . ويتم فقده لجميع ماء الارتباط فى درجة حرارة أعلى من ٣٣٠°م . ولا ينصهر المعدن فى لهب البورى (حوالى ١٣٠٠°م .) وتبلغ درجة انصهاره ١٨٥٠°م .

خواص المعدن الكيميائية :

يقاوم الكاولينيت فعل الكيمياويات ، إلا أنه يذوب عند استمرار تسخينه لمدة طويلة فى حامض الكبريتيك المركز . ويعطى الكاولينيت كغيره من مواد الطين لوناً أزرق فيروزياً عند تسخينه مع محلول كوبالتى ، ويعرف اللون الناتج بأزرق تينار . ويمتص المعدن محاليل الأصباغ بسهول مكتسباً خواص ضوئية ، وهذه خواص تميزه عن جميع معادن الطين الأخرى .

وجود المعدن :

يوجد الكاولينيت مع خامات الحديد فى تكوينات الفحم ، كما يوجد فى كثير من العروق الحاملة لخامات الفلزات ، وذلك كوجوده على هيئة بلورات فى فجوات داخل عروق المرو ، ويوجد المعدن عادة مع معدنى الدياسبور والكورند .

صور الكاولينيت :

للمعدن صورتان متبلورتان تختلفان عنه فى الخواص الضوئيـــة نتيجة لاختلاف توزيع الجزئيات داخل البلورات . كما توجد صورة ثالثة غير متبلورة للمعدن . وهذه الصور هى :

النا كريت :

ويختلف عن الكاولينيت فى كونه موجب الضوئية فى بعض أنواعه . ويوجد النا كريت قرب « فراى بيرج » فى مقاطعة ساكسونى فى ألمانيا .

الديكايت :

وهو صورة لمعدن الكاولينيت موجبة الضوئية فى جميع أنواعها . وهو معدن متبلور يوجد فى جزيرة « إنجليزى » بويلز ، وفى الجبال الحمراء قرب (أوراى) بولاية كولورادو .

الطينيت (١) :

وهو اسم أطلقه « ميلاور » على مادة الكاولين غير المتبلورة . وللمعدن خواص غروية تكسب الكاولين خاصة اللازبية .

الكاولين المتبلور :

ويتكون من معدن الكاولينيت والنا كريت والطينيت على هيئة

(١) سيل : مواد الحراريات ، ٢٧ ، ١٩٥٠

بلورات مسطحة تحتوى على دقائق رماية دخيلة ، ويوجد المعدن على هيئة متكتلة ذات لون أبيض أو مزرق أو مخضر . والمعدن واسع الانتشار ، وأهم مناطق وجوده هى « بوهيميا » فى تشيكوسلوفاكيا قرب كارلسباد ، كما يوجد فى ساكسونى قرب فراى بيرج وقرب (مايسين) وجنوب (ليموج) وفى فيينا العليا ، كذلك يوجد فى فرنسا حيث توجد أجود أنواع الكاولين فى أوربا ، وتصنع منه مشغولات بورسيلان السيفر المشهورة . كما توجد كميات كبيرة من الكاولين فى (سانت أوستيل) وفى مناطق أخـــرى فى مقاطعتى « كورنوول » و « ديفونشير » بإنجلترا . ويوجد معدن الكاولين المتبلور فى أمريكا فى ولايات « بنسلفانيا » فى تكاوين الفحم « وبرتسفيل » ويوجد قرب « ريتشموند » وفى ولاية « فيرجينيا » على هيئة مسحوق سائب فى طبقة شاسعة الامتداد .

ويوجد المعدن التجارى فى عدد من الولايات الجنوبية أهمها « جورجيا » و « كارولينا الجنوبية » .

ومن معدن الكاولين المتبلور مايوجد قرب « الوشتا » بإقليم « كريميا » حيث يسمى معدن « الآلوشتيت » كذلك يوجد المعدن تحت اسم (تاكيزوليت) فى تلال (يانوكامى) و (أومى) وكلها فى بلاد اليابان .

الفوليريت :

وهو معدن يشبه الكاولينيت ، غير أن بعض نتائج تحاليله الكيميائى تشير إلى احتوائه على ١٥ ٪ من ماء الارتباط . ويوجد المعدن فى مناجم الفحم بمقاطعة (أليبيه) بفرنسا .

الميلوشيت :

وهو معدن كاوليني يحتوى على كميات متفاوتة من أكسيد الكروم تتراوح بين ٤ — ٩٪ تحل محل بعض من ألومينا المعدن . وتبلغ صلادة المعدن ٢ر٥ ، وثقله النوعى ٢ر١ . والمعدن ذو لون أزرق نيلي فاتح أو أزرق مخضر فاتح ، ومنه ماهو ذو لون أخضر سيلاندينى . وبريق المعدن شمعى إلى معتم ويوجد المعدن فى «رودينيال» بالضرب، كما يوجد فى «فولتيرا» و«توسكانى» بإيطاليا . كما وجد المعدن فى « إيلى » بولاية نيفارا .

الفوليكونسكويتة :

وهو معدن يشبه معدن الميلوشيت ، إلا أن مابه من أكسيد الكروم وما قد يوجد به من أكسيد الحديديك يكون زائداً عن نسبة الألومينا المعتادة فى المعادن الكاولينية . ولون المعدن مزرق إلى أخضر زرعى . ويوجد معدن الفولكونسكويتة فى الرواسب الطينية فى إقليم « أوكهانسك » بسيبيريا .

الفارانشييت :

يتركب المعدن من ألومينو سيليكات المائية مع إحلال أكسيد الحديديك محل بعض ألومينا المعدن : يد٤ (لو ، ح)٢ س٢ ا٩ أو (لو ، ح)٢ ا٢ ٣ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا . ويقع تركيب المعدن وسطا بين تركيب معدنى الكاولينيت والكلوريال (يد٤ ح٢ س٢ ا٩) .

ومعدن الفارتشيت صعب الانصهار ، ولكنه يذوب فى حامض

الإيدوكاوريك . والمعدن ذو لون أصفر فاتح . ويوجد المعدن فى «ماراتشيو» شرق جبل «أنـكاراترا» بجزيرة مدغشقر .

معادن الألومينو سيليكات المائية غير المتبلورة [1] :

تتركب هذه المعادن من ثنائى ألومينوسيليكات المرتبطة بعدد من جزيئات الماء يختلف عن عددها فى المعادن الـكاولينية ، وهى معادن غير متبلورة ذات مظهر صينى . وهى نواتج ثانوية للمعادن الـكاولينية توجد على هيئة عروق أو طبقات رسوبية منقولة . وهى مكونات الطينات (الطين الثانوى أو المنقول) وأشهر هذه المعادن هى :

الهولويسيت :

وهو مادة طينية تتركب من : لو$_2$ أ$_3$ ، ٢س أ$_2$ ، ٢ يد$_2$ أ ، يد$_2$ أ :

وهو يشبه الـكاولينيت غير المتبلور مع إحتوائه على نسبة أعلى من الماء إذ يرتبط جزىء من المـاء بجزىء المركب إرتباطاً ميكانيكياً ، ويفقد المعدن ذلك الجزىء من الماء بسهولة مما يدعو إلى التفـكير فى أن المادة كاولين امتص جزىء منه جزيئاً من الماء عن طريق الإرتباط الخالى فى مجموعة أيدروكسيد الماء.

والهولويسيت مادة طينية ذات مكسر محارى ، ذات شفافية جزئية إلى معتمة ، وقد تصبح شفافة عند غمرها بالماء ويزيد وزن المادة عند وجودها فى الماء بمقدار خمسها . والمادة لينة تتراوح صلادتها بين ١—٢ ، ويبلغ ثقلها النوعى

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨١ — ٨٦٢ ـ ١٩٣٢ :

من ٢ إلى ٢ر٢ ، ذات بريق لؤلؤى أو شمعى كما قد تكون معتمة عديمة البريق . ولون المادة أبيض ، مغبر ، مخضر ، مصفر مزرق أو محمر .

وتفقد المادة كل ماء ارتباطها عند التسخين ، ولا تنصهر فى لهب البورى وتحللها الأحماض ، ويعطى الهولويسيت لونا أزرق جميلا فى اختبار تينار .

ويكثر وجود المعدن كناتج ثانوى فى شكل عروق أو على هيئة طبقات منقولة ، كما يوجد فى جيوب داخل الصخور النارية . ويكثر انتشار المعدن فى أماكن متعددة بكميات صغيرة .

ومن أنواع الهولويسيت ما يوجد فى مدينة « انجلير » ببلجيكا تحت اسم معدن جالا بكتيت ، ومن أنواع المعدن ما يسمى بالطلق الكاذب وهو هولويسيت غير نقى ذو لون أخضر قاتم ، تبلغ صلادته ٢٥ر٢ وثقلة النوعى ٤٦٩ر٢ .

الإنديانانيت :

أو طينة البورسيلان الأبيض . يوجد فى ولاية « إنديانا » مع معدن الآلوفين فى طبقات يبلغ سمكها من ٤ — ١٠ أقدام .

السمكتيت :

وهو مادة مخضرة اللون تبدو شفافة وقد تصير هلامية عند رطوبتها . ويوجد المعدن فى « كونديه » قرب « هوران » بفرنسا . أو الطينة الكروية .

الطينة اللازقة أو الطينة الكروية :

وتنتمى هذه الطينة إلى معادن الألومينو سيليكات المائية غير المتبلورة ،

وهى نوع من الهولويسيت وخاصةما يوجد منها فى جبل الصابون (بيرج سيفه) بألمـانيا .

التيرمياريت :

وهو مادة تشبه الطينات فى نواح كثيرة ، والمـادة غير مؤكدة التركيب وتوجد فى مناجم الأنتيمون فى مقاطعة اللوار العليا بفرنسا .

معادن أشباه الطين[1] :

وتسمى أيضاً معادن الألومينا سيليكات المـائية المتبلورة . وتتركب من الألومينا والسيليكا والمـاء بنسب جزيئية غير محدودة مختلفة عن نسب وجودها فى المعادن الـكاولينية . وقد نتجت هذه المعادن عن تحلل معادن الصخور النارية القاعدية مثل معادن البيروكسين والأمفيبول . وتحتوى بين مكوناتها على الماغنيسيوم والـكالسيوم فى المادة وعلى الحديد فى أغلبها . وتـكون هذه المعادن مواد أشباه الطين . وأهم هذه المعادن هى :

الباتشيلوريت :

ويتركب من : $لو_٢ ا_٣$ ، ٢ $س ا_٢$ ، $يد_٢ ا$ (؟) والمعدن ورقى البنية أخضر اللون يوجد فى مناجم جبال « ليبل » بتسمانيا .

الليفيرياريت :

ويتركب من الألومينو سليكات المائية المتبلورة وبلوراته من النظام

---

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨٢ — ٦٨٤ — ١٩٣٢ .

الأحادى الميل توجد على هيئة تجمعات دودية . تبلغ صلادته ٥ر١، وثقله النوعى ٥ر٢ — ٦ر٢ ، عديم اللون أو فى درجات لونية بنية . سالب الضوئية. صعب الانصهار فى لهب البورى ، ينتفخ عند تسخينه .

ويوجد الليفيرياريت فى الصخور الشيستية فى أماكن متعددة فى فرنسا ، كما يوجد فى ولاية « كولورادو » مختلطاً بالكوارتز وأكاسيد المنجنيز المتخللة شقوقه وثناياه .

الآنوكزيت :

يتركب المعدن من : لو٢ ا٣ ، ٣ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا . وبلورات المعدن من النظام الأحادى الميل على هيئة مسطحات سداسية المحيط . تبلغ صلادته ٥ر٢ ، وثقله النوعى ٤ر٢ — ٥ر٢ ، أبيض اللون ، ذو بريق لؤلؤى . سالب الضوئية .

ويوجد الأنوكزيت فى بلدة « بيلين » ببوهيميا كناتج من تحلل معدنى البيوتيت والأوجيت . كذلك يوجد المعدن على هيئة قشور فى تكاوين الصخر الرملى فى « أيون » بولاية كاليفورنيا تحت اسم معدن الأيونيت . ويعتقد أن الآنوكزيت واسع الانتشار بين المواد شبه الطينية .

البيدليت :

يتركب المعدن من : لو٢ ا٣ ، ٣ س ا٢ ، ٤ يد٢ ا . ومنه ما يحتوى على نسبة عالية من الحديد ، ويسمى هذا النوع بيدليت حديدى ، وبلورات المعدن مسطحة رقيقة يحتمل أن تكون من النظام الميلى ، وتوجد البلورات

على هيئة كتل طينية مجوبية . ولون المعدن أبيض محمر أو رمادى مائل إلى البنى، ذو بريق شمعى إلى زجاجى. ويوجد المعدن فى «بيديل» بولاية كولورادو.

الأليروسيت :

ويتركب المعدن من ألومينو سيليكات الحديديك والحديدوز والمنجنيز وغيرها من الفلزات . ويوجد على هيئة متكتلة ، تبلغ صلادته ٢ ، وثقله النوعى ٢٫٢٨ ، ذو لون شيكولاتى قاتم ، ومخدش أصفر برتقالى إلى أصفر قاتم ، له بريق دهنى . ينصهر فى درجة حرارة ١٠٠٠°م . ويوجد المعدن فى وادى نهر « شوتشور » بمنطقة « كراتشيف » بشمال القوقاز .

الكوتشيت :

يتركب المعدن من : ٢ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٣ س ا$_{٢}$ ، ٥ يد$_{٢}$ ا (؟) . بلوراته من النظام المكعبى على شكل مكعبات مندمج فيها بلورات ذات ثمانية أوجه ، وقد توجد البلورات على هيئة مجموعات حبيبية دقيقة . ولون المعدن أبيض . ويوجد المعدن فى « كوتش مورا » فى إقليم « ريكو » باليابان .

الكيموليت :

يتركب المعدن من : ٢ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٩ س ا$_{٢}$ ، ٦ يد$_{٢}$ ا (؟) ويوجد المعدن على هيئة مسحوق متبلور أو طباشيرى . ويحتمل أن يكون المعدن مخلوطاً من عدة معادن طينية ، والمعدن رخو جداً، ثقله النوعى ٢٫١٨ — ٢٫٣٠ لونه أبيض ، مغبر أو محمر ، وينتج المعدن من تحلل معدن لأوجيت .

ويوجد السكيموليت فى جزيرة « كيمولوس » وفى جزيرة « سكلادس » باليوقان ، ويسمى معدن الجزيرة الثانية آرجنتيرا أى الفضى . ويوجد المعدن تحت اسم بيليكانيت فى مدينة « كييف » بروسيا ، كما يوجد المعدن فى جبل « هواديست » قرب بيلين بيوهيميا . وتوجد مواد مشـابهة للمعدن فى النرويج و « مين » .

المونتمور يلليونيت :

يحتمل أن يكون تركيب المعدن من: (ما، كا) ا، لو٢ ا٣ ، ٥ س ا٢ ، ق يد٢ أ ، حيث تتراوح قيمة « ن » بين ٥ إلى ٧ . ويشبه المعدن فى ترتيب جزيئاته معدن الكاولينيت . والمعدن رخو جداً ناعم طينى البنية ، يبلغ ثقله النوعى ٢ ، ضعيف البريق ، ذو لون أبيض أو مغبر إلى أحمر وردى ومنه ما هو مزرق أو أخضر فستقى ، وللمعدن ملمس دهنى واضح . وهو أحد نواتج تحلل المعادن الألومينية البركانية .

ويوجد المونتمور يلليمونيت قرب « ما كسكا — ميزو » برومانيا ، كما يوجد فى جبل « موريللو » بفرنسا وإليه يرجع اشتقاق اسم المعدن . كذلك يوجد المعدن تحت أسماء مختلفة فى فيينا وغيرها من البلاد .

وينتمى معدن البنتونيت المنتشر فى غرب أمريكا وكندا إلى معدن المونتموريلليمونيت .

السكوليريت :

يتركب المعدن من : ٢ لو٢ ا٣ ، ٣ س ا٢ ، ٩ يد٢ ا . وهو معدن طينى

أبيض برق، دهنى الملمس، يلزق باللسان، ثقله النوعى ٢—١٥ر٢ معتم ضوئياً، رخو جداً .

ويوجد السكوليريت قرب « شيمنز » بسلوفاكيا وفى بافاريا . وجبال البيرينيز . كذلك يوجد المعدن على هيئة مادة بيضاء رخوة فى شقوق صخور الطباشير فى « سكس » .

البيروفيليت : [1]

يتركب المعدن من : يد$_{٢}$ لو$_{٢}$ (س ا$_{٣}$)$_{٤}$ أو لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٤ س ا$_{٢}$ ، يد$_{٢}$ ا بنسبة ٦٦ر٧ ٪ سيليكا و ٢٨ر٣ ٪ ألومينا و ٥ ٪ ماء .

وتتعدد أشكال بلورات المعدن فمنها العينى والورقى والوبرى والمتشعع ، كما قد يوجد المعدن على هيئة حبات متماسكة ، ومنه ما هو شبه مبلور ذو بنية صفحية إردوازية تشبه معدن الطلق، وصفائح المعدن قابلة للالتواء فى غير مرونة وملمس المعدن دهنى غير لازب ، تبلغ صلادته ١ — ٢ ، وثقله النوعى ٢ر٨ — ٢ر٩ ، الصحفى منه ذو بريق لؤلؤى ، أما الكتل فعديمة البريق ، لون المعدن أبيض ، أخضر تفاحى ، أخضر رمادى ، أخضر مائل للبنى ، مصفر أو فى لون أصفر الأهرة ضعيف الشفافية وقد يكون معتما . سالب الضوئية .

يتصاعد من المعدن ماء عند تسخينه فى درجات الحررة العالية . ويبيض اللون منه عند تسخينه فى لهب البورى ، وينصهر بصعوبة عند الأطراف .

---

(١) بيرجر : « أيجلما لوليت » مادة حرارية جديدة ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية ٩ ، ٣٤٣ ، ١٩٢٦.

تتفكك الأنواع الورقية والمتشعمة منه عند تسخينها إلى شكل مروحة منتفخة إلى أضعاف حجمها الأصلى .

ويتحلل المعدن تحللا جزئياً بواسطة حامض الكبريتيك ، ويتحلل تحللا كاملا عند صهره مع القلويات . ويعطى المعدن لونا أزرق قاتماً فى كشف تينار .

والبيروفيليت نوعان ، هما :

(١) نوع مورق متشعع من البنية ، قريب الشبه بمعدن الطلق فى كل من الملمس واللون والبريق والبنية . ويستخدم هذا النوع فيما يستخدم فيه الطلق . وهو من المواد الحرارية المستعملة فى صناعة الحراريات . والمعدن من المواد الهامة الحاملة لمعدن الكيانيت خام الألومنيوم .

(٢) نوع متكتل ذو لون أبيض ، مغبر أو مخضر ، والمعدن قريب الشبه من معدن الاستياتيت أو من الطباشير الفرنسى ، ومن معادن هذا النوع معدن الأجلماتوليت الموجود فى الصين والذى تصنع منه أقلام الإردواز ، لذلك يطلق عليه أحيانا اسم حجر أقلام الإردواز . وهذا النوع من المعدن من أهم مكونات الصخور الشيستية .

ويوجد البيروفيليت فى جبال أورال بروسيا فى جبل « كاترينا » ، كما يوجد فى « ڤاليس » بسويسرا ، وفى لييج ببلجيكا ، وفى لكسمبورج . كذلك يوجد المعدن فى بلاد السويد والبرازيل ، ويوجد المعدن فى أمريكا فى ولايتى بنسفاليا وكارولينا الشمالية على هيئة طاق اردوازى ، ويوجد مع اللازوليت والكيانيت فى ولاية كارولينا الجنوبية ، كذلك يوجد فى ولايتى جورجيا وكاليفورنيا .

الآلوفين :

يتركب المعدن من : لو٢ ا٣ ، س ا٢ ، ن يد٢ ا ، حيث «ن» قد تكون خمسة ، وذلك مع شوائب من الكربوكولا « سليليكات النحاس المائية » التي يرجع إليها لون المعدن السماوى عند وجودها ، أو من اللاخيت « كربونات النحاس القاعـــــدية » التى تكسب المعدن اللون الأخضر ، أو من أكاسيد الحديد التى تلون المعدن فى درجات لونية من الأصفر إلى البنى . ومن أنواع الآلوفين مايكون غنياً بالحديد ويسمى الآلوفين الحديدى.

وبنية المعدن زجاجية ، ويوجد على هيئة مسحوق أو مسطحات مبرزة كما فى معدن الهياليت (س ا٢ ، ن يد٢ ا) ، كذلك يوجد المعدن على هيئة أعمدة الاستلاكتيت الهشة القابلة للسحق .

ومكسر المعدن محارى غير منتظم ذو سطح لامع وقد يكون طينياً مطفياً . والمعدن هش جداً تبلغ صلادته ٣ ، وثقله النوعى ١٫٨٥ — ١٫٨٩ ، يتراوح بريقه بين الزجاجى إلى تحت الصمغى لكن بريقه الداخلى شمعى . والنقى من المعدن عديم اللون ، مسحوقه ذو شفافية جزئية ، والمعدن معتم ضوئياً .

يتصاعد من المعدن ماء غزير عند تسخينه فى أنبوبة مغلقة ، لا ينصهر فى لهب البورى لكنه يتفتت .

يتهلم المعدن عند إضافة حامض الأيدروكلوريك إليه، ويعطى لونا أزرق فى كشف تينار .

وينتج الآلوفين من تحلل الفلسبار أو الصخور النارية القاعدية التى تحتوى

على سيليكات الألومنيوم ، ويغلب وجور المعدن داخل فجوات وجيوب العروق الحاملة للخامات وخاصة خامات النحاس والخارصين ، كما يغلب اقترانه بمعدن الليمونيت ، كذلك تحتويه بعض تكاوين الفحم . ويوجد الألوفين فى سردينيا وفى الصخور الطباشيرية القريبة من « وولتش » و « كنت » و « كورنوول » بانجلترا ، ويوجد الألوفين فى ولاية بنسلفانيا بأمريكا . ويوجد المعدن فى « سانتاروزا » بكولومبيا مختلطا بمعدن الويفيلت تحت اسم فيبير يت .

الميليت :

يتركب المعدن من : ٢ (لو ، ح)$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، س ا$_{٢}$ ، ٨ يد$_{٢}$ ا . ويوجد على هيئة منشورات غير كاملة أو على شكل أعمدة الاستلاكتيت أو على شكل كتل ، وتبلغ صلادته ٣ ، وثقله النوعى ٢ر٢ ، ذو لون بنى مزرق ، ولا ينصهر فى لهب البورى . ويوجد المعدن فى « سالفيلد » و « ثورينجيا » .

الشروتريث :

يتركب المعدن من : ٨ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٣ س ا$_{٢}$ ، ٣٠ يد$_{٢}$ ا (؟) .

وقد يوجد المعدن مخلوطا ببعض من معدن الألوفين . وبنية المعدن صمغية تبلغ صلادته ٣ — ٥ر٣ ، وثقله النوعى ٩٥ر٢ — ٥٠ر٢ ، ذو لون أخضر فاتح أو مصفر . والمعدن معتم ضوئياً ، ويوجد معدن الشروتيريت فى النمساوفى ولاية (ألاباما) بأمريكا .

ومن معدن أشباه الطين غير السابقة معدن السينوبيت والكاتلينيت .

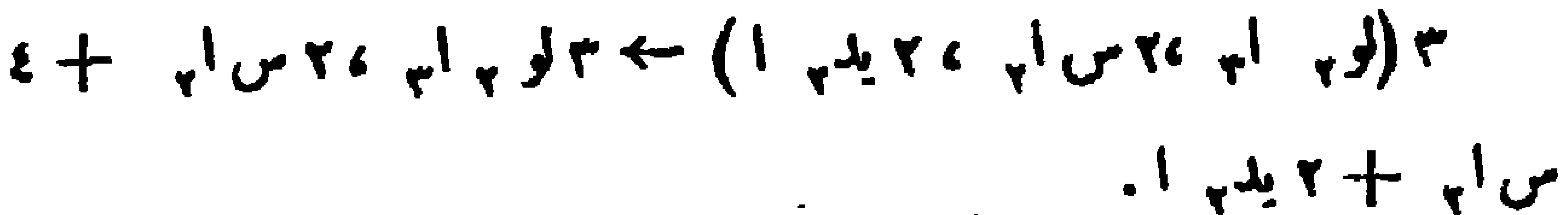
معدن المولیت[1] :

يتركب المعدن من : ٣ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$.

وهذا هو التركيب الوحيد المعروف بين معادن سيليكات الألومنيوم الذى يتبلور من مصهور هذه السيليكات فى درجات الحرارة التى تسوى فيها المشغولات الطينيــة ، إذ تبلغ حدود درجات حرارة تــكوينه ما بين ٨٠٠ — ١٠٠٠° م .

وبلورات المولیت من النظام المعينى على هيئة منشورات ، كما قد يوجد المعدن فى حالة غير متبلورة . والمعدن موجب الضوئية ، معامل انــكساره ١٫٦٤٢ — ١٫٦٥٤ ، ويوجد المعدن فى الطبيعة فى فجوات الصخور الطينية المجاورة للحمم البركانية التابعة للحقب الثلاثى فى جزيرة « مول » باسكتلندة .

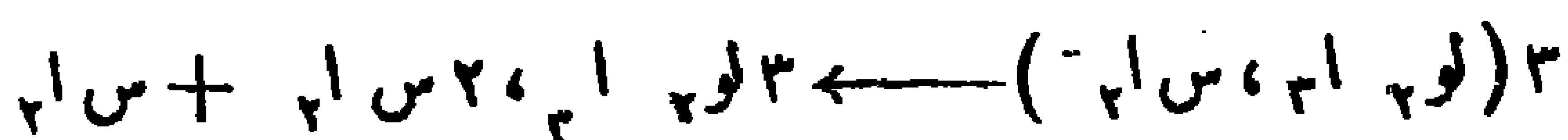
ويتكون المعدن صناعياً من تفكك معادن الطين ، وكذلك من تفكك معدن الأندولوسيت والسيلمانيت عند تسخينها إلى درجات حرارة تتراوح بين ٨٠٠ — ١٠٠٠° م . حدود تــكوين المعدن . ويتفكك الكاولين إلى المولیت مع خروج السيليكا على هيئة تريديميت أحد صورها ، وذلك كما فى التفاعل الآتى :



٣ (لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا) ← ٣ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ + ٤ س ا$_{٢}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا .

(١) دانا : علم المعادن ٦١٧ ، ١٩٣٢ .

ويتفكك معدنا الأندالوسيت والسيليمانيت كما فى التفاعل الآتى :



ويكثر وجود الموليت فى الأجسام الخزفية وخاصة فى البورسيلان . وينصهر الموليت فى درجة حرارة ١٨١٦° م تقريباً . وهو عندئذ يتفكك إلى الألومينا أو معدن الكورند وسيليكات ألومنيوم منصهرة ، ويمكن التعبير عن التفاعل كالآتى :



وللموليت كثير الاستعمال فى صناعة الحراريات .

صخور الطين[1]

صخور الطين تكوينات ضخمة من معادن الطين السابقة مع أخلاط أرضية مختلفة توجد فى الطبيعة على عدة حالات ، وذلك تبعاً لطرق ترسيبها وأماكن تكوينها . فمنها ما هو على هيئة عروق أو كتل أو كثبان أو ركام وهذه تكوينات غير منتظمة الشكل ، ومنها ما يوجد على هيئة طبقات رسوبية منتظمة . وتشمل صخور الطين الطبيعية الأنواع الآتية :

الطين الرخو :

ويوجد فيه الطين على هيئة طبقات أو عروق أو كتل رخوة ذات

---

(١) تيريل : مبادىء البترولجيا ، ٢١٢ — ٢١٦ ، ١٩٢٨ .

جسيمات سائبة أو ضعيفة التماسك . ويحتفظ الطين فى تلك الصخور بلازبيته . ومن صخور الطين الرخو رواسب الكاولين والطينة البيضاء . وهى أفضل أنواع الطين فى صناعة الخزف .

الحجر الطينى :

وهو صخر طينى كثير الانتشار فى الطبيعة ، ويوجد على هيئة طبقات سميكة ذات جسيمات مندمجة متجانسة . والصخر ناتج من عمليات رسوب متجانسة مستمرة تحت ظروف واحدة من تماسك الأجزاء والتصلب بالضغط والتجفيف . ويحتاج الحجر الطينى عند استعماله إلى عمليات التكسير والجرش والنقع فى الماء ليستعيد لازبيته .

وقد يتفتت الحجر الطينى بعد تكوينه نتيجة تعرضه لعوامل التعرية متحولا إلى كتل تستدير بالحركة إلى أجسام تشبه الزلط فى حجمه وشكله ، يطلق عليها اسم الطين الزلطى .

الطفل :

الطفل أو الطفال صخر طينى متكون من صفائح رقيقة . ويتكون الطفل من عمليات رسوبية متقطعة لمواد طينية مختلفة فى كل صفحة منه عن التى تليها . وقد يكون الاختلاف فى نوع المادة أو فى حجم الجسيمات مما يؤدى إلى عدم اندماج مكونات كل صفحة مع ما يجاورها .

ويفقد طين الطفل لازبيته مع احتفاظه بتركيبه الكيمائى ، نتيجة لتعرض جسيماته للضغط وحرارة التجفيف . ويحتاج إلى تفتيته ونقعه فى الماء فترة

الزمن ليتمكن الماء من التخلل و الانتشار بين الجسيمات واستعادة لازيتها .

وقد وجد أن طين الطفل وكذلك الحجر الطينى المحتوى على بقايا نباتية نامية أو الذى لامس نباتا أو بعض الأحياء أسهل فى استعادة لازيته عند خلطه بالمـاء من الأنواع التى لا تحتوى على تلك البقايا ، وذلك لاحتوائه على غرويات حافظة من مستحلبات الدبال العضوى الناتج من تلك الأحياء [1] .

الطين البحرى :

وهو الطين المترسب فى قاع البحار والمحيطات والبحيرات المـالحة العميقة بعيداً عن الشاطىء ، ويحتوى هذا الطين على أملاح ذائبة تضعف من لازيته وتسبب عيوباً للمشغولات الخزفية المصنوعة منه . ويحتاج الطين البحرى لعمليات غسيل طويلة أو لبعض المعالجات الـكيميائية عند تجهيزه للتخلص من فعل تلك الأملاح الضارة .

الركام الثلجى :

الركام الثلجى أو طين الثلاجات هو ما يترسب عند ذوبان الثلاجات مما حملته أثناء هبوطها من أعالى الجبال أو المناطق المتجمدة وألقت به على شكل أكوام غير منتظمة فى مياه البحيرات المؤقتة الناتجة من ذوبان الثلوج . ويطلق على كل كوم من تلك الأكوام لفظ الركام . والركام الثلجى صخر غير متجانس فى مواده ولا فى أحجام أجزائه ، وطينه رخو غير متماسك ضعيف اللازبية ، يكثر فيه الحصى والجلاميد المعروف باسم الجلمود الطينى . وتحتاج

(١) بيرس وكاى : الجورنال الجيولوجى ، ٣٨ ، (٢) ، ١٩٢٠ « أصل الجبوتيل » .

طينات الركام الثلجى إلى عمليات طحن قبل استعمالها ، ولا تستعمـــل إلا فى صناعة أنواع الطوب ومواد البناء الخزفية فقط .

وتوجد الركامات الثلجية شمال وجنوب خط عرض ٤٠° غالبا ، كما توجد فى المرتفعات العالية التى تكسوها طبقات الجليد .

الـكثبان الطينية :

الـكثبان الطينية أو « لويس » تـكوينات من الطين وسط أمريكا ، كما توجد أنواع مشابهة منها فى أواسط أوربا وآسيا . والـكثيب تل من دقائق الطين الذى سبق تـكوينه فى مناطق بعيدة ثم نقلت بفعـــل الرياح ، وحدث فى أثناء انتقالها عمليات فرز ألقت بالحبات الـكبيرة فى أول الطريق ثم بالأقل حجما وهكذا متدرجة فى الرسوب ، حتى لم يتبق غير الدقائق التى قويت الرياح على حملها مسافات طويلة ، وأخذت تسفى عند ما فقدت الرياح الناقلة لها سرعتها أو عند ما اصطدمت بحائل من جبل أو تل أو شجرة مثلا .

ويختلف ارتفاع الـكثيب من بضع أقدام إلى عشرات الأمتار . والـكثيب تـكوين منتظم غير طبقى يتـكون من جسيمات تـكاد تـكون متجانسة فى الحجم ، وتوجد جسيماته غير متماسكة . وغالبا ما يتخلل الـكثيب شقوق عميقة تصل إلى القاع نتيجة فعل النبات والديدان ، وقد تحتوى الـكثبان الطينية إلى حفريات لحيوان أو نبات مدفونة فيها . ولا يحتوى طين الـكثبان على كوارتز رملى . ومواد الـكثبان الطينية صعبة التشغيلى لـكبر معامـــل انـكماشها وتشقق مشغولاتها فى أثناء تسويتها . وتحتاج لإصلاحها إلى إضافة

مواد خشنة . وقلما نجد هـذه الطينات استعمالا فى غير صناعة الطوب الأحمر العـادى .

الإردواز :

الإردواز صخر طينى متحول ذو بنية صفحية متلاصقة يسهل فصل صفائحها عن بعضها البعض ، ويتركب الإردواز من سيليكات الألومنيوم اللامائية . وتـكون الإردوز فى عصور جيولجية سحيقة عندما تعرضت بعض الصخور الطينية لعوامل الضغط ودرجات الحرارة العالية .

ولا يصلح الإردواز مطلقا فى الصناعات الخزفية لعدم إمكان تحويله إلى عجينة لازبة تقبل التشـكيل ، وذلك لفقد ماء ارتباطه عند تعرض صخرة الطين لدرجات حرارة التحول العالية ، مما يجعله غير قابل للامتزاج بالمـاء لتـكوين عجائن لازبة . بل تستعمل شقائق الإردواز بعـد فصلها فى أعمال التسقيف وغيرها .

مساعدات الصهر(١)

مساعد الصهر هو المـادة التى تعمل على خفض درجـة حرارة الانصهار عندما تخلط بمادة أخرى أعلى منها فى درجة الانصهار . وتستعمل مساعدات الصهر مع الطين فى عجائن الأجسام الخزفية لتعمل على خفض درجات حرارة

(١) مساعد الصهر هو الاسم الصحيح الدال على فعل المادة ، وليس الصاهر أو المصهر كما يطلقه البعض ، فالمادة لا تصهر وإنما يقتصر عملها على خفض درجة الانصهار مما يساعد على العملية .

الانصهار الجزئي لبعض جسيات الطين فى عمليات تسوية مشغولاتها . كما تعمل مساعدات الصهر كمواد رابطة لأجزاء الجسم الخزفى نتيجة لانصهارها فى درجات حرارة منخفضة عن درجات انصهار الطين إلى سائلى عالى اللزوجة يتجمد على هيئة بنية زجاجية ، فتعمل على ملء الفراغات والمسام بمادة زجاجية رابطة . كذلك تعمل مساعدات الصهر فى مشغولات الفخار المسوى فى درجات حرارة منخفضة كمواد خشنة فى عجائن تلك المشغولات .

وأهم مساعدات الصهر المستعملة فى الخزف هى معادن وصخور الفلسبار ، ومعادن وصخور السيليكا ، كما يستعمل معدنى الكريوليت والفلورسبار فى بعض المشغولات .

معادن الفلسبار (١)

الفلسبار اسم لفصيلة من معادن تتركب من متعدد سيلكات الألومنيوم لواحد أو أكثر من أكسيد الفلزات القلوية أو الفلزى أرضية . ولا تحتوى معادن الفلسبار على فلزى الحديد والماغنسيوم مطلقاً .

وتكون معادن الفلسبار أغلب الصخور النارية الحامضة مثل صخور الجرانيت والديوريت ، كما أنها توجد فى صخور البازلت القاعدية . ويوجد الفلسبار منفرداً على هيئة صخور فلسبارية مثل صخور البجماتيت والأبليت .

---

(١) دانا : علم المعادن ، ٥٣٤ — ٥٤٩ ، ١٩٣٢ .

(٢) يشتق الاسم من الأصل الألمانى المكون من مقطع « فلد » بمعنى الحقل والمقطع « سبات » بمعنى بلورة أى بلورة الحقل .

تقسيم معادن الفلسبار :

تنقسم معادن الفلسبار من حيث نظام بلوراتها إلى :

(ا) معادن فلسبارية ذات بلورات من النظام الأحادى الميل . وتشمل معادن الأورثوكليز والصودا أورثوكليز والهيالوفين والسازيان .

(ب) معادن فلسبارية ذات بلورات من النظام الثلاثى الميل . وتشمل معادن الميكروكلين والصودا ميكروكلين والأنورثوكليز ومجموعة معادن البلاجيوكليز .

وتنقسم معادن الفلسبار من ناحية تركيبها الكيميائى إلى :

(ا) فلسبار بوتاسيومى أو معادن الأرثوكليز ، وفيها تكون قاعدة المركب جميعها أو معظمها من البوتاسا . ومن أنقى أنواع الفلسبار البوتاسيومى معدن الأدولاريا والميكروكلين .

(ب) فلسبار الصودا أورثوكليز ، ويتركب معادنه من معقد سيلكات الألومنيوم لكل من فلزى البوتاسيوم والصوديوم بنسب مختلفة لكل منهما (بو ، ض)$_{٢}$ ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٦ س ا$_{٢}$. ومن معادن هذا النوع السانيدين والأيسو أورثوكلير والهيالوفين الذى يحتوى على بعض من فلز الباريوم بجانب البوتاسيوم ومعدن الصودا ميكروكلين والأرثوكليز .

(ﺟ) الفلسبار الصوديومى . وهو ما كانت قاعدته من الصودا كما فى معدن الألبيت .

(د) الفلسبار الجيرى : وهو ما كانت قاعدته من الجير كما فى معدن الأنورثيت .

(هـ) معادن البلاجيوكليز : وهى معادن قواعدها من كل من الصودا والجير مثل معدن الأوليجوكليز والأنديزين واللابرادوريت والبايتونيت .

(و) معدن السلزيان وقاعدته من الباريا .

الخواص العامة لمعادن الفلسبار :

تشترك معادن الفلسبار فى الخواص الآتية :

١ — التركيب الكيمائى : تشترك معادن الفلسبار فى التركيب العام وهو متعدد سيليكات الألومنيوم لواحد أو أكثر من الفلزات القلوية أو القلوى أرضية .

٢ — النظام البلورى : تتبلور هذه المعادن فى نظامين بلوريين : هما النظام الأحادى الميل والنظام الثلاثى الميل . كذلك تتشابه بلورات هذه المعادن فى الشكل المنشورى وفى الخواص البلورية ، فهى ذات تشقق متعامد غالباً ما يكون موازياً لقاعدة البلورات ، وتتكون وحدات البلورة من أربعة جزئيات لمركب المعدن ، ثم ينتشر ظاهرة التوائم بين بلوراتها .

٣ — الخواص الضوئية : جميع معادن الفلسبار سالبة الضوئية عند فحصها ميكروسكوبياً ، وذلك فيما عدا معدن الألبيت الموجب الضوئية .

٤ — يقع معامل انكسار معادن الفلسبار ما بين ١٫٥١٩ إلى ١٫٥٩٠

والزيادة فى مقدار معاملات الانكسار تكون نحو معدنى الأنورثيت والسلزيان.

٥ — اللون : يغلب اللون الأبيض والألوان الباهته بين معادن الفلسبار ولا يوجد منها ما هو قاتم اللون . وتتفاوت معادن الفلسبار فى درجات شفافيتها.

٦ — البريق : بريق المعادن الفلسبارية متوسط دائماً .

٧ — الثقل النوعى : تتراوح الأثقال النوعية لمعادن الفلسبار بين ٢ر٥ إلى ٢ر٩ ، وأغلبها يقع بين ٥٥ر٣ – ٧٥ر٢

٨ — المكسر : مكسر معادن الفلسبار محارى ، وقد يكون غير منتظم .

٩ — الصلادة : تتراوح صلادة معادن الفلسبار بين ٦ – ٥ر٦ ، وغالباً ما يكون جسم المعدن هشاً .

١٠ — درجات الانصهار : تتراوح درجات انصهار معادن الفلسبار بين ١١٠٠ – ١٣٠٠°م . وتتكون عند إنصهارها سوائل عالية اللزوجة ، وتتجمد عند تبريدها السريع إلى بنية زجاجيه .

١١ — فعل الكيماويات – تقاوم معادن الفلسبار فعل الأحماض ، وتقل المقاومة نحو معدن الأنورثيت الزى يذوب فى حامض الأيدروكلوريك المركز تاركا سيليكا هلامية .

١٢ — الإستعمال : معادن الفلسبار ، لما لها من خواص حرارية ومقاومة كيميائية ، من أنسب المواد المستعملة كمساعدات صهر للطين وفى خلطات التزجيج فى المشغولات الخزفية .

وأهم معادن الفلسبار هى :

الأورثوكليز : يتركب المعدن من : بو$_{2}$ا ، لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٦ س ا$_{2}$. وذلك بنسبة ٦٤٫٧٪ سيليكا ، ١٨٫٤ ٪ ألومينا ، ١٦٫٩٪ بوتاسا . ومعامل إنكساره ١٫٥١٩ - ١٫٥١٣ - ١٫٥٢٥

الخواص الحرارية : يتحول الأورثوكليز عند تسخينه إلى درجة حرارة ٩٠٠°م إلى معدن السانيدين بنفس التركيب ولكن فى بنية زجاجية. ولا يعود السانيدين إلى الأورثوكليز ثانية عند تبريده . وينصهر الأورثوكليز فى درجة حرارة ١٣٠٠°م . وهو لذلك من المواد صعبة الانصهار بالنسبة للهب البورى.

الخواص الكيميائية : يعطى مخلوط من مسحوق المعدن مع مسحوق الجبس فى لهب البورى لوناً بنفسجياً لون بخار البوتاسيوم. ولا يتأثر المعدن بالأحماض ويتميز الأورثوكليز عن معدنى الباريت والكالسيت اللذين يشبهانه فى المظهر بشدة صلادته وصعوبة انصهاره وعدم تأثره بالأحماض . ويتميز المعدن عن الكوريد الذى يشبهه فى المظهر أيضاً بأنه أقل منه صلادة وثقلا نوعياً .

الأورثوكليز الصناعى : يمكن الحصول على بلورات من الأورثوكليز الصناعى عند تبريد مصهور من السيليكا الهلامية والألومينا مع محلول البوتاسا فى الماء بنسب وجودها فى المعدن وذلك داخل أنبوبة مغلقة. كذلك تتكون بلورات الأورثوكليز عند تسخين محلول من سيلكيات البوتاسيوم فى الماء مع المكا البيضاء . ويساعد على بلورة الأورثوكليز وجود حامض التونجستيك أو الفوسفات القلوية ، ويتحلل الأورثوكليز الصناعى عند تسخينه إلى درجة

حرارة ١١٧٠° م إلى معدن اللوسيت بو$_٢$أ، لو$_٢$أ$_٣$، ٢س أ$_٢$) مع خروج سيليكا زجاجية . واللوسيت ذو مظهر مدجن .

بديل الأورثوكليز : تستخدم خلطة صناعية بدلا من الأورثوكليز تتكون من ٨٥ — ٩٥ ٪ من مسحوق الرمل الأبيض أو مسحوق الزلط المكلس مع ١٠ — ١٥ ٪ من كربونات البوتاسيوم ، ويجهز المخلوط بتسخينة حتى درجة الاحمرار ، ثم يطحن ناعماً ويستعمل وحده أو مع مسحوق الفلسبار كمساعد صهر وخاصة في عجائن التزجيج :

الأولاديا : ويسمى المعدن أيضاً حجر القمر ، ويتركب من سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم النقية . ويبلغ ثقل المعدن النوعى ٢ر٥٦٥ ، وهو شفاف يعكس أشعة لؤلؤية ذات تلاعب لونى رقيق ، وبريق المعدن أوبالى .

الميكروكلين : ويتركب من بو$_٢$أ، لو$_٢$أ$_٣$، ٦س أ$_٢$، مثل الأورثوكليز ولكنه يتبع فى بلوراته النظام الثلاثى الميل ومعامل انكسار المعدن ١ر٥١٨ — ١ر٥٢٢ — ١ر٥٢٥ ومن أنواع الميكروكلين ما يستخدم كجوهر ويسمى حجر الأمازون .

معادن الصودا أورثوكليز : وهى معادن الفلسبار المكونة من كل من البوتاسا والصودا مع سيليكات الألومنيون ومن هذه المعادن الباربيايت ويوجد على هيئة محلول بلورى مع الأرثوكليز والسانيدين الصوديومى وهو زجاجى البنية ، والرياكوليت وهو سانيدين فيزفيا . والأيسو أورثوكلير أو الأيسوثوز . والصودا ميكروكلين ، واللوكوكليز وهو معدن ينصهر فى

بدرجة حرارة ١٢٩٦° م . الهيالوفين وهو معدن يحتوى على الباريوم بجانب البوتاسيوم ، ويتركب من : (بو$_{٢}$ يا) ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٤ س ا$_{٢}$. والأنورثوكليز وترتفع فيه نسب الصودا عن البوتاسا ، ويبلغ ثقله النوعى ٢ر٥٧ — ٢ر٦٠ ، ومعامل انكساره ١ر٥١٩ — ١ر٥٥٠ — ١ر٥٢٧ ويشبه الأورثوكليز معدن الميكروكلين فى باقى الخواص .

الألبيت : وهو فلسبار صوديومى يتركب من : ص$_{٢}$ ا ، لو$_{٢}$ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ٦ س ا$_{٢}$ ، وذلك بنسبة ٦٨ر٧ ٪ سيليكا و ١٩ر٥ ٪ ألومينا و ١١ر٨ ٪ صودا . والمعدن موجب الضوئية بخلاف باقى معادن الفلسبار ، ومعامل انكساره ١ر٥٢٥ — ١ر٥٢٩ — ١ر٠٣٦ . وينصهر المعدن فى درجة حرارة ١١٠٠° م ويتحول إلى سائل زجاجى عند تسخينه إلى درجة حرارة ١٢٩٩° م ويلون المعدن لهب البورى بلون أصفر غزير لون بخار الصوديوم . ويقاوم الأليبت فعل الأحماض .

البيرثيت : وهو مخطوط من معدنى الأنورثوكليز والألبيت . والمعدن فى لون لحم البشر .

معادن البلاجيوكليز : هى سلسلة من معادن تتدرج فى التركيب بين معدنى الألبيت ومعدن الأنورثت . وذلك فى سلسلة من عدة معادن ذات حدود متدرجة النسب من جزئيات كل من المعدنين السابقين ، وذلك بالنسب الوارد فى الجدول الآتى :

معادن البلاجيوكليز	نسبة جزيئات الألبيت	نسبة جزيئات الأنورثيت
الألبيت	١٠٠ — ٩٠	٠ — ١٠
الأوليجوكليز	٩٠ — ٧٠	١٠ — ٣٠
الأنديزين	٧٠ — ٥٠	٣٠ — ٥٠
اللابرادوريت	٥٠ — ٣٠	٥٠ — ٧٠
البايتونيت	٣٠ — ١٠	٧٠ — ٩٠
الأنورثيت	١٠ — ٠	٩٠ — ١٠٠

وتتدرج خواص معادن البلاجيوكليز بين خواص المعدنين المكونين لها . فيزداد معامل الانكسار فيها بارتفاع نسبة الأنورثيت المكون لها . وترتفع درجة الانصهار ، ويكثر الثقل النوعى بزيادة نسبة الأنورثيت . أما المقاومية الكيميائية فتقل بارتفاع نسبة الأنورثيت فى المعدن .

الأنورثيت : وهو فلسبار جيرى يتركب من : كا ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، وذلك بنسبة ٢ر٤٣ ٪ سيليكا و ٧ر٣٦ ٪ ألومينا و ١ر٢٠ ٪ جير والمعدن صعب الانصهار فى لهب البورى . وينصهر فى درجة حرارة ١٣٠٠° م . متحولا إلى سائل زجاجي عديم اللون .

ويمكن الحصول على بلورات من الأنورثيت الصناعى من تبريد مصهور من مكوناته . وينصهر الأنورثيت الصناعى فى درجة حرارة ١٥٥٠° م . ويذوب

معدن الأنورثيت فى حامض الأيدروكلوردريك المركز مع انفصال ما به من سيليكا على هيئة هلام .

الأنيمـوزيت : وهو أحد معادن الفلسبار ، ويتركب من سيليـكات الألومنيوم والصوديوم والـكالسيوم : ص$_2$ا ، ٢ كا ا ، ٣ لو$_2$ا$_3$ ، ٩ س ا$_2$ ويبلغ معامل انـكسار المعدن ١٫٥٥٥ — ١٫٥٥٩ — ١٫٥٦٣ .

السلزيان : يتركب المعدن من سيليكات الألومنيوم والباريوم : با ا ، لو$_2$ا$_3$ ، ٢ س ا$_2$ ويبلغ ثقل المعدن النوعى ٣٫٣٧ ، ومعامل إنـكساره ١٫٥٨٤٠ — ١٫٥٨٩٠ — ١٫٥٩٤٠ . ويسبب ارتفاع معامل انـكسار المعدن طبقاً للمعادن الطبقات الزجاجية عند وجوده بها .

اللوسيت[1] : اللوسيت من معادن أشباه الفلسبار ، يتركب من ثنائى سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم : بو$_2$ ا ، لو$_2$ ا$_3$ ، ٤ س ا$_2$. ويرتبط المعدن من نواحٍ كثيرة بمعادن الفلسبار ، والمعدن أحـد نواتج تحلل معدن الأورثوكليز . ومكسر المعدن محارى ، وتبلغ صلادته ٥٫٥ — ٦ ٪ وهو هش ، وثقله النوعى ٢٫٤٥ — ٢٫٥٠ ، ذو بريق زجاجى ، لونه أبيض أو رمادى أو مدخن ، وشفافيته جزئية ويتدرج إلى معتم . مخدشه عديم اللون . ويتبع فى بلوراته النظام المـكعبى : ومعامل انـكساره ١٫٥٠٨ — ١٫٥٠٩ .

تبلغ فيه نسبة السـيليكا ٥٥ ٪ مع ٢٣٫٥ ٪ ألومينا و ٢١٫٥ ٪ بوتاسا ، وقد يحتوى على قليل من الصودا وآثار من الليثيا والروبيديايا والسيزيا

---

(١) دانا : علم المعادن ، ٥٤٩ — ٥٥١ ، ١٩٣٢ .

لا ينصهر المعدن فى لهب البورى ، ويعطى كشف تينار . ويذوب ذوباناً كاملا فى حامض الأيدروكلوردريك المركز .

ويمكن الحصول على بلورات صناعية من معدن اللوسيت من تبريد مصهور مكوناته ، وتساعد فانادات البوتاسيوم عند وجودها ، على تكوين بلورات كبيرة للمعدن . كذلك يمكن الحصول على بلورات من المعدن من مصهور يتكون من الميكروكلين والبيوتيت أو من مصهور الميكا البيضاء وحدها .

صخور الفلسبار(١)

هى صخور غنية بمعادن الفلسبار مع نسب صغيرة من معادن أخرى . وغالباً ما يخالطها عند جوانبها وخلال شقوقها رواسب كاولينية لملاءمة أحوال تكوينها إلى تحللها جزئياً إلى الكاولين . وصخور الفلسبار من أهم المصادر الطبيعية لمواد مساعدات الصهر فى مكونات الخزف . ومن أهم صخور الفلسبار :

البجماتيت : وهى تكوين لصخر نارى حامض متداخل غنى بمعادن الفلسبار القلوية يخالطها معدن الكوارتز مع البعض القليل من أنواع الميكا ومعادن المواد المتطايرة . وقد يكون صخر البجماتيت محملا ببعض خامات القصدير والتونجستين والعناصر المشعة والفلزات الأرضية النادرة . وتتكون بنية البجماتيت من بلورات خشنة مختلفة الأحجام .

وتوجد صخور البجماتيت فى الطبيعة على هيئة عروق وسدود متداخلة فى

(١) تيريل : مبادئ البترولوجيا ، ١٦٢ ، ١٦٣ ، ١٩٣٨ .

صخور القشرة الأرضية تمتد من باطن الأرض إلى ما يقرب من سطح القشرة الأرضية. وتقل نسبة الفلسبار مع ازدياد فى نسبة الكوارتز كلما اقترب الصخر من سطح الأرض وجوانبه .

وتوجد عروق البجماتيت فى مصر فى مناطق متفرقة فى الصحراء الشرقية وجبال البحر الأحمر الجرانيتية ، وفى منطقة الشلال بأسوان كما فى جبلى الشيخ هارون حيث يستغل فى صناعة الخزف فى البلاد ، كذلك يوجد الصخر فى غرب شبه جزيرة سيناء وشرقها عند شرم الشيخ . ومعظم الفلسبار المصرى من النوع البوتاسيومى .

الأبليت : وهو يشبه صخر البجماتيت ، ويختلف عنه فى دقة الحبيبات وتساويها فقط . وتوجد عروق الأبليت فى وادى الحمامات عند طريق قنا ـ القصير وفى وادى أبو عتيلى .

الجرانيت المتحلل: وهو غنى بالفلسبار مع كميات لا بأس بها من الكاولين، وينتج الصخر عن تحلل جزئى لصخور الجرانيت .

ويستعمل كصخر فلسبارى كمساعد صهر للطين فى المشغولات الخزفية . كما يستخلص الكاولين من الأنواع الغنية به .

ويوجد الجرانيت المتحلل بكثرة فى الصحارى المصرية حيث يكسو سلاسل الجبال الجرانيتية على شكل طبقات غير منتظمة من هشيم الصخر المتحلل يتراوح سمكها بين بضعة سنتيمترات إلى عشرات منها ، وقد تصل فى بعض المناطق إلى سمك المتر أو أكثر . وذلك كما فى جبل دوة بواحة العوينات .

حجر الـكورنيش : أو حجر كورنول يوجد فى مقاطعة « كورنوول » بإنجلترا نتيجة لتحلل جوفى غير كامل لمعدن الفلسبار فى صخر الجرانيت الذى مازال يكسو جزءاً من قمة هذه الرواسب ، ويتركب حجر الـكورنيش من (١٨١ ر - كا ا، ٢٠٣، ص$_٢$ ا، ٢١٢، بو$_٢$ ا)، لو$_٢$ ا$_٣$، ٩٨ر٤ س ا$_٢$.
ويحتوى الحجر على مايقرب من ٤٦٪ منه كاولينا مع سيليكات قلوية وفلسبار وميكا وسيليكا منفردة . ويعتبر الحجر من أهم مساعدات الصهر المستعملة فى جميع أنحاء العالم منذ أجيال عدة . كذلك يعتبر الصخر مصدراً هاماً لاستخلاص الطين الصينى أو الـكاولين الإنجليزى .

الحجر اليابانى : وهو من الصخور الجرانيتية المتحللة . ويستعمله اليابانيون بجانب إستعماله كمساعد صهر ، فى صناعة بعض أنواع الخزف الرمادى الرخيص.

إسبار أكسفورد : وهو أحـــد نواتج التحالل الجزئى لمعدن الفاسبار . ويتركب من :

(٠٢٥و٠ كا ا، ٢٣٢ر٠ ص$_٢$ ا، ٤٦٨ر٠ بو$_٢$ ا)، لو$_٢$ ا$_٣$، ٨ر٥ س ا$_٢$
ويحتوى الصخر على ما يقرب من ٥٪ كاولينا .

أسبار بكنجام : وهو صخر ناتج عن التحالل الجزئى لمعدن الأورثوكليز . ويتركب من :

٨٥٥ر٠ بو$_٢$ ا، لو$_٢$ ا$_٣$، ٧ر٥ س ا$_٣$، ويبلغ ما به من كاولين نحو ٦٪

أسبار جوودفراى : وهو ناتج عن التحالل الجزئى لمعدن الأنورثوكليز ويتركب من :

(٥٤ و . ص$_{٢}$ ا ، ٣٠ و . بو$_{٢}$ ا) ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٥ر٧ س ا$_{٢}$. ولا تزيد فيه نسبة الكاولين على ٦٪ .

حجر الخفاف [1] : وهو ناتج من تجمد رغاوى الطفوح البركانية الحامضة ، وهو يشبه الجرانيت فى تركيبه مع زيادة فى نسبة الفلسبار . والخفاف حجر ذو مسام أنبوبية كبيرة ، خفيف فى ثقله النوعى . لونه أبيض وأغلبه رمادى . ويستخدم مسحوق الخفاف فى أعمال الجلخ ، كما يستخدم فى صناعة أسمنت بوتشيلان بعد تسخينه مع الحجر الجيرى . كذلك يمكن إستعماله كمساعد صهر مثل الفلسبار . ويطرح البحر الأبيض المتوسط قطعاً من الحجر على شواطئه فى مناطق العريش وغزة .

معادن السيليكا [2]

السيليكا أو ثانى أكسيد السيليكون: س ا$_{٢}$ من أكثر المواد انتشاراً فى الطبيعة ، وهى توجد على هيئة بلورات أو ذات تبلور جزئى أو غير متبلورة ، وتستعمل السيليكا فى الصناعات الخزفية بعد تنقيتها من شوائبها الضارة وتجهيزها بالطحن وغيره من العمليات . وتعمل السيليكا فى الخلطات الخزفية كمساعد صهر وكمادة رابطة . ومن الضرورى وجود أحد أنواع السيليكا فى المشغولات الطينية التجارية بنسب خاصة لتعمل كمادة خشنة تقوم بتكوين هيكل الجسم ، وتمنع من حدوث التشقق والانكماش فى المشغول .

والسيليكا هى مادة الزجاج والتزجيج الأساسية .

---

(١) تيريل : مبادىء البترولوجيا ، ٣٤ ، ١٩٣٨ .
(٢) دانا : علم المعادن ، ٤٧٠ — ٤٧٧ ، ١٩٣٢ .

معادن السيليكا المتبلورة :

وهى السيليكا الطبيعية الموجودة على شــكل بلورات ، وتتبع بلورات السيليكا نظام السداسى الميل . وأهم معادن السيليكا المتبلورة هى :

الـكوارتز :

ويسميه العرب المرو . ويتركب المعدن النقى من ٤٦٫٧٪ سيليكون مع ٥٣٫٣ ٪ أكسيجينا ويخالط المعدن وخاصة فى أنواعه المتكتلة سيليكا الأوبال غير المتبلورة ، كما تحتوى الأنواع غير النقيــة من الـكوارتز على أكاسيد الحديد وكربونات الـكالسيوم والطين والرمل أو معادن أخرى مختلفة متداخلة فى بلورات المعدن .

الخواص الطبيعية :

بلورات المعدن ذات شكل منشورى وذات أوجه مخططة أو مشوهة . وصلادة الـكوارتز ٧ ، ويتدرج المعدن من هش إلى متماسك . ويبلغ ثقل المعدن النوعى ٢٫٦٥٣ إلى ٢٫٦٦٠ ، وله بريق زجاجى أو دهنى، كما قد يكون معتما عديم البريق . والمعدن النقى عديم اللون ، إلا أن ما قد يوجد به من شوائب يكسبه درجات لونية من الأصفر والأحمر والبنى أو الأخضر والأزرق، كما قد يتلون المعدن باللون الأسود . ولون مخدش المعدن النقى أبيض ، أما لون مخدش الأنواع غير النقية فذات لون باهت كلون المعــدن . وتتراوح شفافية الـكوارتز من الشفافية الـكاملة إلى العاتمة : ولبعض أنواع الـكوارتز رائحة البيض الفاسد . وللـكوارتز خواص ضوئية موجبة ، ويبلغ معامل انـكساره ١٫٥٤٤١٨ — ١٫٥٥٣٢٨ ، وللمعدن خواص كهرحرارية .

الخواص الحرارية :

لا ينصهر الكوارتز فى لهب البورى ، وينصهر فى لهب الشعلة الاكسى أيدروجينية . ويبدأ الكوارتز فى الانصهار فى درجة حرارة ١٦٠٠° م . ويتم انصهاره فى درجة حرارة ١٦٨٥° م متحولا إلى سائل زجاجى . ويتطاير الكوارتز فى درجات حرارة القوس الكهربائى . والكوارتز مادة حرارية بالنسبة لغيرها من المواد التى هى أقل منها فى درجات حرارة انصهارها، وذلك كما فى حالة خلطات الزجاج ومواد التزجيج .ويعمل الكوارتز كمساعد صهر للمواد التى هى أعلى منه فى درجات حرارة الانصهار وذلك باستعماله مع الطين كمساعد صهر، فينخفض الكوارتز من درجة انصهار مخلوطة مع الطين كلما زادت نسبته فى المخلوط حتى تصل نسبته ٨٠٪ من وزن المخلوط حيث ينصهر فى درجة حرارة ١٦١٠° م، وهى أقل درجات حرارة انصهار المخلوط من الكوارتز والطين، ثم تعود درجة انصهار المخلوط فى الارتفاع إذا زادت نسبة الكوارتز على ٨٠ ٪ من وزن المخلوط .

ويمتاز الكوارتز عن غيره من المواد بصغر معامل تمدده الحرارى إذ يبلغ ٥ × ١٠$^{-٨}$ من السنتيمتر ، بينما يبلغ معامل تمدد الزجاج مثلا ٨ × ١٠$^{-٧}$ من السنتيمتر ، لذلك فمن الممكن إطفاء قطعة من الكوارتز المسخنة إلى درجة الاحمرار الزاهى فى الماء دون أن تتكسر بعكس باقى المواد الزجاجية والخزفية . ويزداد معامل التمدد الحرارى إلى نحو خمسة عشر ضعفاً فى حالة المسحوق أو الكتل غير متجانسة التوزيع ، ويوضح ذلك سبب حدوث الانكماش فى أثناء عمليات تسوية الأجسام المحتوية على نسبة عالية من الكوارتز

غير متجانس الخلط. وكقاعدة عامة يقل معامل تمدد الأجسام الزجاجية والخزفية بزيادة نسبة الكوارتز أو السيليكا المكونة لمادة الجسم.

الخواص الكيميائية :

لا يتأثر الكوارتز بالأحماض ، ولكنه يذوب ببطء فى القلويات متحولا إلى سيليكاتها. ويذيب كل من حامض الأيدروفلوردريك وحامض الفلوريك الكوارتز محولا له إلى رابع فلوريد السيليكون المتطاير ، كذلك يؤثر حامض الأورثوفوسفوريك والفوسفات فى الكوارتز والسيليكا فى درجات حرارة أعلى من ١٠٠° م. كما تؤثر الأكاسيد والأملاح القلوية فى المعدن ، والليثيا أشد تلك المواد تأثيراً فيه ، أما الأمونيا فهى أقلهـــا تأثيراً ، وتؤثر أيضاً الهالوجينات فى المعدن والسيليكا.

تكوينات الكوارتز :

يوجد الكوارتز على هيئة تكوينات متراكمة ذات بلورات تتراوح بين الخشنة والدقيقة أو ذات تبـــلور جزئى أو فى حالة تشبه السيليكا غير المتبلورة ، وقد يوجد الكوارتز على شكل ثديى أو فى شكل أعمـــدة الاستلاكتيت السارلية أو على هيئة كتل متماسكة فى عروق متداخلة بين الصخور الأخرى ، وتكون تلك العروق حاملة لخامات بعض الفلزات عادة. كما يوجد المعدن على هيئة هشيم فى الرمال ، كما يحتوى صخر الجرانيت على بلورات من الكوارتز. وتوجد بلورات الكوارتز الشفافة عديمة اللون فى جبل أبو ديبا بالصحراء الشرقية. وتوجد عروق المرو منتشرة فى الصحراء الشرقية، ومنها ماهو محمل بخامات الذهب، القصدير والتونجستين والموليبدين ،

ومن المحتمل وجود الخامات المشعة وخامات الفلزات الأرضية النادرة فى تلك العروق .

الكوارتز الصناعى :

أمكن تحضير بلورات من الكوارتز من تبريد مصهور السيليكا فى وجود كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الليثيـــــوم أو حامض الفاناريك أو تونجستات الصوديوم كعوامل مساعدة على تنشيط بلورة المعدن تحت درجة حرارة ٧٦٠° م.

استعمال الكوارتز :

يستعمل الكوارتز النقى الشفاف عديم اللون فى عمل البصريات الجيدة . والكوارتز من المواد الهامة فى مكونات الزجاج وتزجيجات الخزف . كذلك يصنع من الكوارتز بعد صهره مشغولات تقاوم التغيرات الحرارية مثل الأفران وأوعية المعامل الكيميائية . وأهم فوائد استعمال الكوارتز فى العجائن الطينية هى تخفيفه للشنول وخفض معامل انكماشه ، وقليل منه يسهل تشكيل العجينة بطريقة القالب ، كما يسهل عملية تجفيف المشغولات الطينية ، كذلك يعجل وجود الكوارتز فى الأجسام الطينية من تفاعلات مراحل التزجيج فى أثناء التسوية ، لذلك يضاف الكوارتز على هيئة شديدة النعومة لتحقيق هذا الغرض :

التآصل البلورى لمعادن السيليكا :

توجد السيليكا المتبلورة على عدة أشكال بلورية مختلفة ، تتفاوت فى

معاملات التمدد الحرارى وفى بعض الخواص الطبيعية الأخرى مع ثبات التركيب الكيميائى فى جميعها . وتتحول كل صورة من هذه الصور البلورية إلى الصور الأخرى فى درجات حرارة معينة تسمى درجات حرارة التحول أو درجات حرارة الانتقال . وتسمى هذه الحالة من تعدد صور بلورات مادة ذات تركيب كيميائى واحد مع إمكان تحويل صور المادة البلورية المختلفة بعضها إلى البعض بظاهر التآصل البلورى . ويرجع سبب اختلاف صور البلورات للمادة الواحدة إلى اختلاف التوزيع الجزيئى فى كل صورة بلورية عن الأخرى .

وتشمل الصور التآصلية البلورية للسيليكا المعادن الآتية :

الكوارتز الألفى :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا تحت درجة ٥٧٣° م وبلوراته ضخمة توجد فى عروق البجماتيت .

الكوارتز البائى :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا بين درجتى حرارة ٥٧٣–٨٧٠° م وبلوراته دقيقة تكون معظم الجرانيت الدقيق الحبات والجرانيت البجماتيتى والأبليت والبورفيريت .

التريديميت :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا بين درجتى حرارة ٨٧٠–١٤٧٠° م والمعدن ذو بلورات هشة ، تبلغ صلادتها ٧ ، وثقلها النوعى ٢٫٢٨ — ٢٫٣٣ ذات بريق بين الزجاجى واللؤلؤى عديم اللون أو أبيض شفاف . ويشبه

التريديميت الكوارتز فى الخواص الحرارية فقط ، ويختلف عنه فى معامل التمدد الحرارى إذ يرتفع فى معدن التريديميت :

كذلك يشبه المعدن الكوارتز فى الخواص الكيميائية فقط ، ويذوب التريديميت فى محلول كربونات الصوديوم عند درجة الغليان، وللتريديميت معامل انكسار مقداره ١٫٤٦٩—١٫٤٧٣ وله خواص ضوئية موجبة . وللمعدن صورتان تآصليتان هما التريديميت الألفى والتريديميت البائى .

الكريستوباليت :

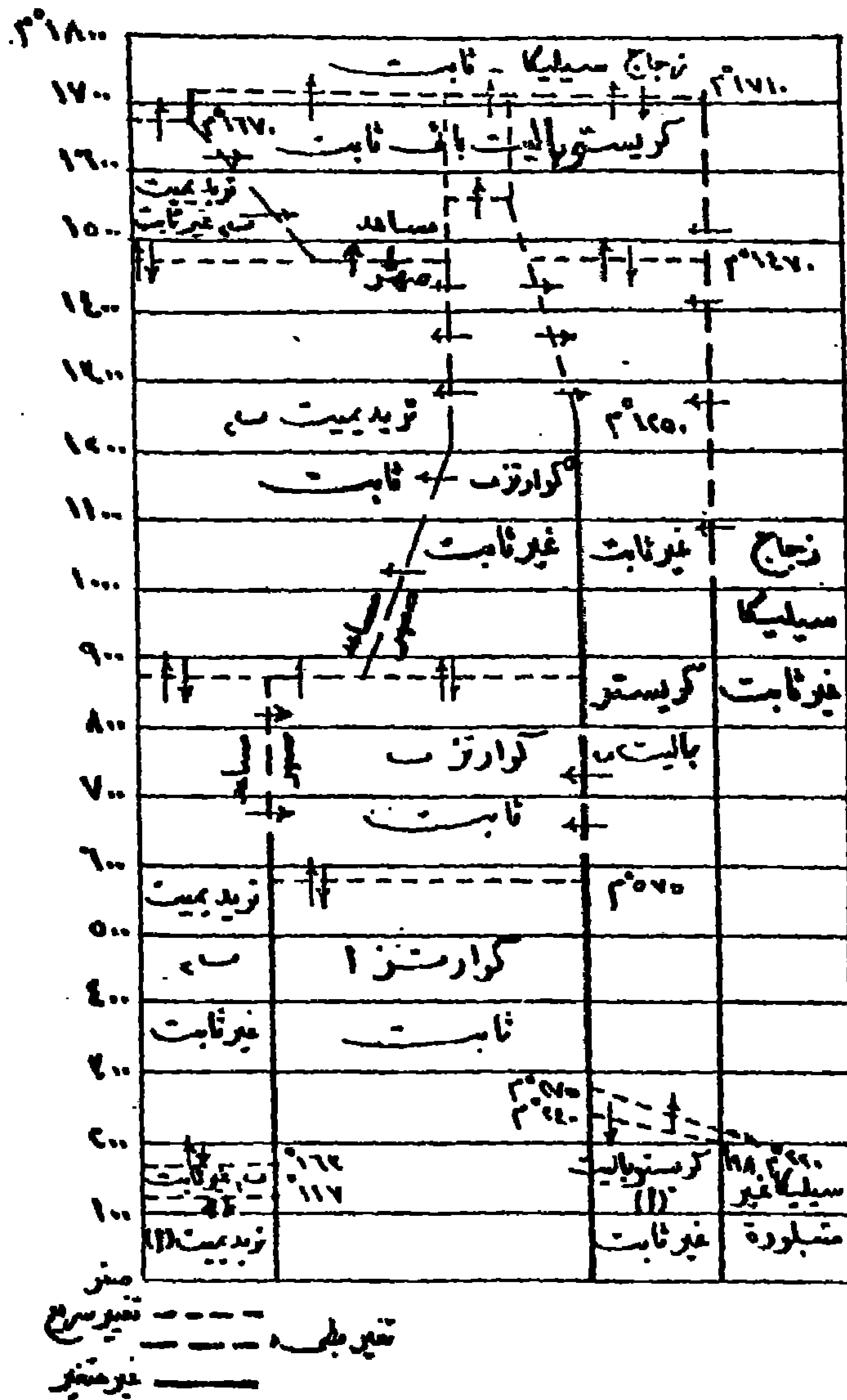
وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا فوق درجة حرارة ١٤٧٠°م ويبلغ ثقل المعدن النوعى ٢٫٢٧ ، ومعامل انكساره ١٫٤٨٦ . وللكريستوباليت صورتان تآصليتان هما الكريستوباليب الآلفى والكريستوباليت البائى .

ويبين الشكل رقم (١)[١] درجات حرارة تحول الكريستوباليت فى حالاتها غير المستقرة وعلاقتها بدرجات حرارة ثبات وتحول صور السيليكا البلورية الأخرى .

ومن اللاحظ وجود جميع صور السيليكا المتبلورة مجتمعة فى درجة الحرارة العادية فى كثير من الحالات ، وذلك على الرغم من وجود صورة واحدة منها ثابتة فقط فى تلك الدرجات . ويرجع السبب فى ذلك إلى بطء عملية التحول من صورة بلورية إلى أخرى ، وذلك لبطء حركة الجزيئات بطئاً كبيراً داخل

---

(١) ماك دوبل « مراجع عنه » : تطورات معهد هندسة المناجم الأمريكى ، ٣٠٠٣ ، ١٩١٧ .



(شكل رقم ١)

التآصل البلورى بين معادن السيليكا

البنية المتبلورة . عند إعادة توزيع هذه الجزيئات فى الصورة البلورية الجديدة .

ويمكن بطء حركة الجزيئات هذه من الاحتفاظ بوجود أكثر من صورة من الصور البلورية فى درجات الحرارة العادية مع استمرارها مدداً طويلة جداً على حالاتها غير المستقرة ، هذا مع احتمال تحويل الحالات غير الثابتة إلى الصورة الثابتة فى أية لحظة .

أنواع الكوارتز :

عندما يختلط الكوارتز ببعض الشوائب أو المعادن الأخرى ولو بكميات صغيرة يكتسب ألواناً جديدة تسمى بأسماء مختلفة . ومن أهم أنواع الكوارتز هى:

الجمشت :

وهو كوارتز ذو لون بنفسجى أو قرنفلى لوجود المنجنيز الغروى به . ويستعمل المعدن مجوهراً . ويوجد الجمشت فى مصر قرب جبل أبو ديبا بين مناجم واصف وأم الحويطات بالصحراء الشرقية .

الكوارتز الوردى :

وهو كوارتز ذو لون قرنفلى باهت جميل ، يرجع لونه إلى وجود التيتان به . ويبهت لون المعدن فى الضوء ولكنه يعود إلى بهائه عند غسله بالماء . ولا يوجد منه فى مصر ، وإنما يوجد فى فرنسا واليابان حيث يستغل كجوهر .

الكوارتز المدخن :

ويستخدم مجوهراً . ويحتوى على شوائب عضوية تسبب له ألواناً صفراء وبنية مدخنة ، وقد تكون سوداء .

الكوارتز اللبنى :

وهو فى لون اللبن ، وذلك لوجود فقاقيع غازية غروية منتشرة فى المعدن . وهو كثير الانتشار فى الصحراء الشرقية على هيئة عروق بعضها محمل بالخامات الفلزية ، ويستخدم مسحوق الكوارتز اللبنى بكثرة فى الصناعات الزجاجيــة والخزفية .

عين الهر :

أو عين القط ، وهو كوارتز ذو بنية ليفية ، يستخدم كجوهر .

عين النمر :

ويشبه عين الهر إلا أنه أقتم منه لوناً لوجود أملاح فضية منتشرة داخله .

ومن أنواع الكوارتز ما يشبه فى لونه بعض الجوهرات مثل التوباز الكاذب وهو بلون الكريم ، ويختلف عن مجوهر التوباز فى أن صلادته ٧ فى حين أن صلادة الجوهر الأصل ٨ . وكذلك الزفير أو السفير الكاذب وهو ذو لون أزرق يشبه مجوهر الزفير لكنه يختلف عنه فى الصلادة التى تبلغ فى الجوهر الأصلى ٩ . والكوارتز النجمى وهو كوارتز متشمع البنية .

معادن السيليكا ذات التبلور الجزئى :

توجد السيليكا فى بعض أنواعها الطبيعية على هيئة غير متكاملة البلورات، وهى فى حقيقة أمرها سيليكا ترسبت من محاليل هلامية . وتقل كثافة هذه المعادن عن كثافة الكوارتز إذ تبلغ ٢٫٦٠ كذلك يرتفع معامل تمدد هذه المعادن الحرارى

عن معامل تمدد الكوارتز ، كا يختلفان فى معامل الانكسار ، وتنخفض الصلادة.
ومن أهم معادن السيليكا ذات التبلور الجزئى :

العقيق الأبيض :

ويسمى أيضاً عقيق المياه العذبة ، إذ أنه ترسب فيها . والمعدن ذو لون رمادى فاتح أو أصفر باهت أو أبيض سماوى وقد تشوبه مسحة بنية ، له بريق شمعى شفاف أو ذو شفافية جزئية . يحتوى على شوائب من الأوبال . ثقله النوعى ٢ر٦ — ٢ر٦٤ له خواص ضوئية سالبة . ويستعمل العقيق الأبيض كنصف مجوهر . ويوجد منه فى الصحراء الشرقية قرب القصير .

العقيق اليمانى :

وهو معدن سيليسى فى طبقات ملونة بالألوان الحمراء والصفراء والزرقاء والبنفسجية . ويوجد على هيئة جلاميد فى شبه جزيرة العرب والهندوسكسونيا وبافاريا ، ومنه ما يوجد فى مصر بوادى أبو جريدة . والمعدن نصف مجوهر ، وتصنع منه بعض أدوات وأوعية التحليل الكيميائى .

العقيق الأحمر :

أو معدن الكارنليان ، وهو نصف مجوهر .

معادن السيليكا غير المتبلورة :

وهى معادن سيليسية ذات بنية حجرية غير متبلورة وغير شفافة ، ذات ثقل نوعى يزيد على ثقل الكوارتز النوعى ، معتمة ضوئياً . ومن أهم هذه المعادن :

اليشب :

وهو سيليكا مختلطة بمواد طينية وحديدية ذات ألوان خضراء أو حمراء معتمة . واليشب المصرى ذو رونق مجزع جميل ، يستخدم كنصف مجوهر ، ويكثر وجود المعدن فى الصحراء بين رواسب الجلاميد والحصى من العصر الأوليجوسينى ، وأهم مناطقه وادى أبو جريدة . ويجب عدم الخلط بين معدن اليشب هذا واليشب الصينى ، أو كما يسميه الفاطميون البازهر هو مادة من الطين المسوى .

الزلط :

وهو معدن مكون من سيليكا غروية مختلطة بمواد طينية . ويوجد على شكل جلاميد ، ذو مكسر محارى حاد قاطع ، كان يستخدم فى العصور الحجرية للقطع والأسلحة . ويولد الظالط عند طرقه شرراً كان يستخدم فى إشعال النيران ، ويستخدم الزلط فى أعمال الرصف وفى عمل خرسانة البناء . ويكلس الزلط للتخلص مما به من ماء ويطحن ليستعمل كمادة سيليسية فى مكونات الزجاج والخزف . ومن أنواع الزلط الشيرت والحجر القرنى .

الأوبال :

أو الحجر اللبنى أو عين الشمس . ويتركب من سيليكا مائية : س ا$_{٢}$ ، ن يد$_{٢}$ ا ، حيث (ن) عدد جزيئات الماء . ويوجد الأوبال على عدة ألوان مختلفة أهمها الأبيض والأصفر الباهت . ويعطى المعدن ألواناً مختلفة حسب اتجاه الضوء الواقع عليه . وبريقه أقل من البريق الزجاجى ، ويبلغ ثقله النوعى

٢ر٢ يستخدم النوع المشع للضوء فى صناعة الجوهرات . ومن أنواع المعدن أوبال الخشب،وهو ذوبنية خاوية كبنية الخشب حلت السيليكا المائية محل الخشب بمضى الزمن . والأوبال ذو مكسر محارى ، تبلغ ، صلادته ٥ره ـ ٦ر٥ ، ومعامل انكساره ٤٣ر١

ومن أنواع الأوبال معدن الهيدوفين وهو نوع تزداد شفافيته عند غمره فى الماء .

الصخور الرملية[1]

وهى تكوينات غير متجانسة من السيليكا . وأهم الصخور الرملية هى :

الرمـال :

يطلق الإسم على كل صخر متفكك غير متماسك يتراوح قطر حباته بين ٥ر٢ ملليمتر إلى ٠١ر٠ من الملليمتر . وتقسم الرمال حسب أبعادها إلى ثلاثة أنواع هى :

١ ـــ الرمال الخشنة : وهى ما تراوح قطر حباتها بين ٥ر٢ ملليمتر إلى ٧٥ر٠ من الملليمتر .

٢ ـــ الرمال المتوسطة : وهى ما تراوح قطر حباتها بين ٧٥ر٠ إلى ١٠ر٠ من الملليمتر .

(١) تيريل : مبادىء البترولوجيا ، ١٩٠ ـــ ٢٠٢ ، ٢٠٨ ـــ ٢١٠ ، ١٩٣٨ .

٣ — الرمال الناعمة أو الرفيعة أو الدقيقة وهى ما تراوح قطر حباتها بين ١٠ر٠ — ٠١ر٠ من الملليمتر .

ويتكون الرمل إما فى مياه ضحلة قليلة العمق قرب الشواطىء وإما فى بطون الأنهار وإما على سطح الأرض فى الصحارى . ومن الرمال ما تترسب عند نهاية الثلاجات . وتختلف الرمال فى شكل حباتها ، ويرجع هذا الاختلاف إلى أصل تكوين الرمال . فالرمال المتكونة فى مجارى الأنهار أو على شواطىء البحار تكون حادة الحواف غير مستديرتها وذلك لاحتكاك بعضها بالبعض فى اتجاه واحد فى طريق حركتها ، أما الرمال المتراكمة من جراء فعل الرياح فى الصحارى مثلا فتكون مستديرة الحبات .

وتختلف الرمال من حيث تكوينها ، وتتكون أغلب الرمال من حبات الكوارتز مختلطة بحبات معادن أخرى كالفلسبار والهورنبلند والأوجيت وقشور الميكا ، نتيجة تفتت الصخور الجرانيتية دون أن تتحلل المعادن المذكورة ، وهناك من الرمال ما يتكون من فتات الأحجار الجيرية والمحارات البحرية الصغيرة ، ومن أمثلة هذه الرمال رمال الكثبان الممتدة على شاطىء البحر الأبيض المتوسط غرب الإسكندرية والتى ترى فى الدخيلة قرب المكس وفى مرسى مطروح .

ويختلف لون الرمال كثيراً على حسب المادة المكونة لها . وقد تكتسب الرمال ألواناً حمراء أو صفراء لوجود أكاسيد الحديد على هيئة أغشية رقيقة حول الحبات ، وذلك كما فى الرمال الحمراء والصفراء المستخرجة من محاجر الجبل الأحمر بالعباسية .

وتوجد الرمال موزعة على مساحات كبيرة جداً فى جميع الصحارى المصرية ، وقد تتكون على هيئة كثبان كما فى صحراء الجبل الأصفر أو على شكل هلالى يسمى « برخان » ومن هذه الكثبان ما يوجد قرب الشواطىء المصرية .

والرمال الاقتصادية هى الرمال البيضاء النقية أو ذات الألوان الجذابة . ومن مناطق الرمال النقية جبل أبو دربة على الشاطىء الشرقى لخليج السويس ورأس أبو درج على الشاطىء الغربى للخليج ، كما توجد فى المعادن عند بير النجم. ورمال هذه المناطق من النوع الأبيض تبلغ نسبة السيليكا فيها ٦٧ر٦ ٪ وتحتوى على ٦٧و٠ ٪ ألومينا و٥٠و٠ ٪ أكسيد حديديك و٦١و٠ ٪ مواد عضوية مع ٢ ٪ رطوبة . وتوجد أنقى أنواع الرمال الطبيعية فى ألمانيا قرب « اكس لاشابل » ، وفى « نيفلشتين » كما توجد فى «فونتين بلو » فى فرنسا، كذلك توجد رمال نقية فى إنجلترا وبلجيكا وأستراليا . وتوجد طبقات سميكة هائلة من الرمال البيضاء النقية فى ولاية « بنسلفانيا » وفى « بيركشير » بالولايات المتحدة الأمريكية ، وتبلغ نسبة السيليكا فى رمال بنسلفانيا نحواً من ٨و٩٨ — ٧و٩٩ ٪ وهى ذات لون أبيض طرية . وتستعمل الرمال البيضاء النقية فى صناعة الزجاج وفى خلطات التزجيج وفى مكونات العجائن الطينية لمشغولات الخزف الراقى . وتفضل الرمال الخرشة ذات الأطراف الحادة فى إنتاج المشغولات الخزفية إذ تنتج بنية متينة مندمجة الأجزاء . وتضاف الرمال فى عجائن الطين لخفض لازبيتها فى صناعة طوب البناء ومنتجات الفخار الأحمر ، ويفضل استعمال الرمال المحتوية على رقائق الميكا عن المحتوية على حبات الفلسبار فى إنتاج المشغولات ذات درجات حرارة التسوية المنخفضة ، إذ تنصهر رقائق

الميكا أسرع من انصهار حبات الفلسبار المستديرة . ويستعمل الرمل العادى فى عمل أنواع الملاط، ويفضل منه ما كان متوسط الحبات غير مستديرها . والخالى من الأتربة والمواد الحديدية ، ومن أفضل محاجر رمال البناء رمال الجبل الأحمر والبساتين وما يوجد فى الجزائر التى تظهر فى النيل عقب الفيضانات .

الحصى والجلاميد :

الحصوة كتلة من صخر يتراوح قطرها بين عشرة سنتيمترات و٢٫٥ ملليمتر . ويطلق اسم الحصباء على الأنواع الكبيرة من الحصى . أما الجلمود فهو كل ما زاد فى قطره على عشرة سنتيمترات ولا يتجاوز الخمسين سنتيمترا . وتتركب مواد الحصى والجلاميد من السيليكا عادة ، إلا أن التركيب الكيميائى ليس أساساً فى التسمية كالأحجام .

ويوجد الحصى والجلاميد إما على سفوح الجبال وإما عند أقدامها، وفى بطون الأنهار والوديان كما يوجد على امتداد بعض الشواطئ، وما يوجد من حصى وجلاميد عند سفوح الجبال يكون حاد الطرف ، أما ما يوجد منها فى بطون الوديان فهو مستدير أملس ، وقد وجد من الأنواع الأخيرة تحت التربة الزراعية وفى وادى النيل على عمق نحو عشرين متراً . وينتشر الحصى فوق مساحات شاسعة على حافة الصحارى وفى طريق القاهرة والسويس فى تكوين العصر البليوسينى . كذلك يوجد الجلاميد فى نفس المناطق وقرب شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الإسكندرية وفى صحراء مصر الجديدة فى تكوين العصر الأوليجوسينى . وأجود محاجر الحصى والجلاميد هى محاجر الجبل الأحمر بالعباسية. ويستعمل الحصى والجلاميد فى أعمال البناء وفى تجهيز الخراسانات.

ويستعمل النقي منه في صناعة الزجاج وخلطات التزجيج وعجائن الطين، وذلك بعد سحقه، بأن يسخن إلى درجة الاحمرار ثم طفيه في الماء ليتفتت ثم يجرش يطحن.

الحجر الرملي :

صخر رسوبي متكون من حبات من الكوارتز ممسك بعضها بعضاً بمواد أسمنتية مختلفة. وتكون المواد الأسمنتية جيرية في الحجر الرملي الجيرى مثل الجانيسيتر الذى يستخدم كثيراً في صناعة الحراريات، وقد تكون مادة التماسك سيليسية أو حديدية. وتختلف صلادة الأحجار الرملية بعضها عن البعض وذلك باختلاف نوع المادة الأسمنتية ومقدارها. كما تختلف مسامية تلك الأحجار تبعاً لحجم حباتها، فيكبر حجم المسام بكبر حجم الحبات : وتفضل الأحجار الرملية الطرية الخالية من الحديد في صناعة الزجاج ومواد التزجيج والعجائن الطينية. ومن أهم أنواع الأحجار الرملية المعروفة في مصر :

الحجر الرملي النوبى :

وهو طبقات من الحجر الرملي تغطى مساحات كبيرة في جنوب مصر وبلاد النوبة وفي كل من الصحراء الشرقية والغربية، كما توجد منه تكوينات في أواسط شبه جزيرة سيناء وبنى قدماء المصريين من هذه الأحجار بعض معابدهم في أسوان وجنوبها، كما نحتوا فيه بعض هياكلهم كالهيا كل الموجودة في السلسلة وأبى سنبل .

حجر الخرسانة :

وهو حجر رملى شديد الصلادة يتكون من حبات رملية متماسكة بمواد سيليسية حديدية . والحجر صالح فى أعمال رصف الطرق وأساسات المبانى فى الجهات الرطبة . ويوجد الحجر فى الجبل الأحمر بالعباسية .

السكوارتزيت :

وهو صخر متحول يتكون من مادة سيليسية متماسكة تجمدت من مصهور على هيئة بلورات من السكوارتز ، والصخر عديم التشقق له بريق زجاجى .

ولا يلين الصخر فى لهب البورى ولكنه ينصهر ببطء عند خلطه بالبوراكس مكوناً مصهوراً زجاجياً رائعاً . كذلك ينصهر عند خلطه بالصودا محدثاً فوراناً . ولا تتأثر مادة الصخر بمركبات الفوسفور وهو لا يذوب فى حامض الأيدروكلوريك ، وهو قليل التأثر وبطيئة بالمحاليل القلوية . ويذوب الصخر فقط فى حامض الأيدروفلوريك . ويزيد فعل المواد السابقة فى الأنواع غير المتبلورة أو المبتدئة التبلور من الصخر . ويتحول مصهور الصخر إلى سيليكا الأوبال عند التبريد . ويبلغ ثقل الصخر النوعى ٢ر٢ .

وتستعمل الأنواع الطرية من السكوارتزيت فى صناعة الزجاج بعد تفتيتها بالتسخين والطفى فى الماء ثم تنعيمها إلى مسحوق . كذلك يستعمل المسحوق فى خلطات التزجيج وعجائن الطين كمادة سيليسية .

الجايسريت :

وهو سيليكا هلامية شديدة التماسك توجد فى شكل زهور القنبيط حول النافورات الطبيعية الحارة فى أيسلندة ونيوزيلندة والولايات المتحدة الأمريكية . والجايسريت سيليكا هلامية ترسبت من محاليلها فى المياه الساخنة فوق درجة حرارة ١٠٠° م . داخل القشرة الأرضية ، والتى عند ارتفاعها إلى سطح الأرض ترسبت منها السيليكا الهلامية ، ثم تحولت بعد ذلك إلى صخر أبيض مسامى صلد .

الطينة الدياتومية [١] :

وتسمى أيضاً الكيسلجور وهو صخر سيليسى من أصل عضوى تكون نتيجة ترسيب هياكل طحلب الدياتوم السيليسية ، والنبات ميكروسكوبى .

والكيسلجور صخر مسامى غروى يذوب فى الأحماض والقلويات على السواء . ويتكون الصخر من دقائق السيليكا غير المتبلورة مع شوائب من الألومينا بنسبة ١ — ٤ ٪ وأكاسيد حديد بنسبة ٥ر٠ — ٤ ٪ وأكسيد الفوسفور بنسبة صفر — ٢ر٠ ٪ وتيتانيا بنسبة ٠٨ر٠ — ٢٨ر٠ ٪ وجير بنسبة ٠٣ر٠ — ٥ر٠ ٪ ومواد كبريتية بنسبة ٠٣ر٠ — ٣ر٠ ٪ وذلك فى غالب الأنواع . وتتراوح نسبة السيليكا بالكيسلجور مابين ٧٠ — ٩٠ ٪ ، وذلك مع نسب متفاوتة من ماء متحد بالسيليكا . والكيسلجور مادة سهلة الانصهار ذات مسام تمتص نحو ثلاثة أمثالها حجما من السوائل. وللكيسلجور استعمالات

---

(١) صخور الكيسلجور . أندرسون ، ماك كارثى ، هول وهوفر . مجلة الكيمياء الصناعية والهندسية ١٦١٨ — ١٦٢٨ ، ٣٩ (١٢) ديسمبر ١٩٤٧ .

صناعية كثيرة ، فيستعمل مسحوقه فى أغراض الصقل والتلميع ، وفى صناعة الأسمنت والزجاج والعوازل الحرارية ، وكمادة ممتصة .

ويوجد الكيسلجور فى مصر فى شمال بركة قارون وفى غرب الغردقة ، والنوع الأول أنقى من الثانى .

الطرابلسى :

وهو طفل دياتومى دقيق الجسيمات يوجد فى شمال أفريقيا . وللصخر ملمس خشن ، أصلد من الزجاج يخدشه عندما يحتك به . ويتركب الصخر من نحو ٩٩٪ سيليكا هلامية غير متبلورة مع شوائب من الجير والألومينا وأكسيد الحديد وماء ومواد متطايرة . وتفقد الصخور الماء عند تسخينها ولا تنصهر فى لهب البورى لكنها تعتم ويحمر لونها عندما تحتوى على أكسيد الحديد . ويذوب الطرابلسى فى حامض الأيدروفلوردريك بدرجة أسهل من ذوبان الكوارتز فيه ، كذلك يذوب فى المحاليل القلوية . وتستعمل الصخور فى أغراض الصقل والتلميع والتنعيم .

الكريوليت(١)

يتركب المعدن من فلوريد الالومنيوم والصوديوم . لو فل$_{٣}$ ؛ ٣ ص فل .

ويوجد فى الطبيعة على عدة ألوان متفاوتة منها الأبيض والمحمر والأحمر الطوبى والبنى ، كما يوجد منه الأسود اللون . ويوجد الكريوليت فى جرينلاند ،

---

(١) دانا : علم المعادن ، ٤٦٥ ، ١٩٣٢

كما يحضر صناعياً لاستعماله مساعد صهر ، ويسبب المعدن عند وجوده فى وسط زجاجى عتامة بيضاء له .

وبلورات المعدن من النظام المكعبي ويتحول عند تسخينه إلى درجة حرارة ٧٥٠° م. إلى صورة بلورية مكعبية أخرى. والمعدن هش ، صلادته ٢٫٥، ويبلغ ثقله النوعى ٢٫٩٥ — ٣ ، ويتراوح بريقه من الزجاجى إلى الدهنى ، ولبعض الأنواع بريق لؤلؤى ، والمعدن شفاف أو ذو شفافية جزئية،وله خواص ضوئية موجبة ، وهو يقرب فى معامل انكساره من معامل انكسار الماء ، فيبلغ فى ذلك ١٫٣٤٨٥— ١٫٣٣٨٩ — ١٫٣٣٩٦ ، لذلك فهو يختفى عند غمره فى الماء . وينصهر المعدن فى لهب الشمعة أى مايقرب من ٥٥٠° م . ويعطى السكريوليت اختبار الفلوريدات عند تسخينه مع بى كبريتات البوتاسيوم ، ويلون اللهب بلون أصفر غزير ، وعند تسخينه على كتلة فحم الخشب يتحول إ خرزة رائعة تعتم عند تبريدها وتتصاعد عند التسخين أبخرة من الفلور الخانق ، وما يتبقى منه على الفحم يعطى كشف تينار . ويذوب المعدن فى حامض الكبريتيك مع تصاعد فقاقيع دهنية المظهر من غاز فلوريد الأيدروجين .

الفلورسبار

يتركب المعدن من فلوريد الكالسيوم : كا فل ٢ ، وهو عديم اللون ، وقد يكون أبيض أو أخضر أو قرنفلياً أو أصفر أو أزرق . والمعدن ذو بريق زجاجى ، شفاف إلى جزئى الشفافية ، تبلغ صلادته ٤ ر ، وثقله النوعى ٣ — ٣٫٢٥ وينصهر الفلورسبار فى درجة حرارة ٩٠٢° م . ، ويتجمد مصهور المعدن على هيئة مينا بيضاء رمادية . ويستعمل الفلورسبار لانخفاض درجة

حرارة انصهاره كمساعد صهر فى صناعة الفلزات وفى خلطات المينا ، كذلك يستعمل فى صناعة الزجاج وكمادة من مواد الصقل، وتستعمل الأنواع الملونة منه فى عمــل الزهريات ذات اللون الأزرق . ويطلق على الفلوسبار الأزرق إسم معدن جــون الأزرق . ويوجد الفلورسبار فى وادى العنيجى بالصحراء الشرقية .

المواد الجيرية (١)

وهى مركبات الجير أو أكسيد الـكالسيوم الطبيعية . وتوجد على هيئة صخور بيضاء اللون إذا كانت نقية . على أن منها ما هــو أصفر أو أسمر أو أزرق أو أسود ، وذلك تبعاً لنوع ومقدار مابها من مواد غريبة . وقد تـكون الصخور الجيرية مندمجة متماسكة عديمة المسام ، والقليل منها ضعيف التماسك مسامى البنية ، ومنها ما يحتوى على شقوق كثيرة . ومن أهم المواد الجيرية المستعملة فى الصناعات الخزفية :

١ — الصخور الجيرية ، وهذه تتركب من مادة كربونات الـكالسيوم كا ك ا $_{٣}$. وأهمها الحجر الجيرى والطباشير والرخام والمرمر . ومن أهم خواص تلك الصخور تأثرها بالأحماض المخففة وحــدوث فوران مع تصاعــد غاز ثانى أكسيد الـكربون عند إضافة تلك الأحماض إليها .

٢ — مواد جيرية ماغنيسيومية ، ويدخل فى تركيبها عنصر الماغنيسيوم

---

(١) تيريل : مبادئ البترولوجيا ، ٢٢٥ — ٢٢٩ — ٢٣٥ — ٢٣٩ ، ١٩٣٨.

مع الكالسيوم كما فى صخر الدولوميت ، من كربونات الماغنيسيوم فقط كما فى الماجنيزيت .

٣ — مواد جيرية تتركب من كبريتات الكالسيوم وهى الجبس والأنهيدريت والصيص .

الحجر الجيرى :

وهو أكثر المواد الجيرية انتشارا فى القشرة الأرضية . ويستعمل الحجر الجيرى فى أعمال البناء وفى صناعة الجير والأسمنت وفى صناعة الزجاج . ويغطى الحجر الجيرى مساحات شاسعة فى الأجزاء الشمالية من الصحراء الشرقية والصحراء الغربية وطور سيناء ، كما يكون الهضاب الممتدة على جانبى وادى النيل من القاهرة حتى قرب مدينة أدفو . وأهم مقالع الحجر الجيرى محاجر جبل المقطم والأهرام والعيساوية وأسيوط وجبل عتاقة والمكس .

الطباشير :

وهو صخر جيرى يمتاز ببياضه الناصع ولينه وسهولة تفتته ، بحيث يترك أثراً أبيض على مايلامسه. ويكثر وجود الطباشير فى صحراء التيه بوسط سيناء ، كما توجد منه أنواع نقية تصل فيها نسبة كربونات الكالسيوم إلى ٩٩ ٪ بجوار مدينة سمالوط بمحافظة المنيا . ويوجد الطباشير فى تكوين «الدانيان» من العصر الطباشيرى. ويستخدم الطباشير فى صناعة الزجاج وكمادة تبييض لعجائن الخزف وخلطات التزجيج .

ومن الطباشير ما يحضر صناعيا من ترسيب أملاح الكالسيوم من

محاليلها على هيئة كربونات ، والناتج مادة رخوة أو سهلة التفتيت إلى مسحوق شديد البياض والنقاء ، وتعرف باسم الطباشير الفرنسى أو الاسبيداج البلدى .

الرخام :

وهو صخر جيرى متحول ذو بلورات شديدة التماسك . ومن الرخام ما هو ناصع البياض ومنه الملون والمجذع ومنه ذو الألوان المختلطة ، ولكل قيمته الفنية . وأهم محاجر الرخام العالمية محاجر « كرارا » بجبال الأبنين بإيطاليا. ويوجد الرخام فى مصر مختلطا بالطلق فى عروق بيضاء ، كما توجد منه ألوان أخرى من الأسمر والأحمر والأزرق والأسود ، وأهم مناطقه جبل سليم باشا ويعرف بالأسيوطى وهو رخام ملون معرق ، وتوجد منه أنواع ملونة بألوان الأخضر والأصفر السنجابى فى الجبال القريبة من مدينة القصير ، كما يوجد رخام أسود بمنطقة أسوان ، ومنه نوع أبيض فى وادى المياه جنوب طريق قنا — القصير ، ويقتلع رخام معرق من محاجر أبو رواش قرب أهرام الجيزة .

ويستعمل مسحوق الرخام الأبيض كمصدر لأكسيد الكالسيوم فى مكونات الخزف وبعض خلطات التزجيج . وتستعمل شطف الرخام فى عمل مشغولات المزوقات « المزايكو » .

المرمر :

أو الآلاباستر المصرى ، وهو غير الآلاباستر العادى المركب من كبريتات الكالسيوم المائية المتبلورة . والمرمر صخر جيرى متبلور ناصع البياض متماسك مندمج ذو بريق حريرى . ويوجد المرمر فى وادى سنور بالصحراء الشرقية

قرب مدينة بني سويف كما توجد منه أنواع فى الكوبرى بسيناء قرب السويس ويستعمل المرمر فى أعمال الزينة ، وقد صنع منه قدماء المصريين بعض ألميا كل والتماثيل الجميلة ، كما صنعت منه أعمدة جامع العلمة .

الدولوميت :

ويتركب من كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم : (كا ، ما) ك $ا_٣$ ، بنسب تكاد تكون متعادلة من الفلزين . ولون الصخر أبيض وقد يكون مصفرا أو بنيا ، بريق لؤلؤى ، ويبلغ ثقله النوعى ٢٫٨

وتتكون بعض الشعاب المرجانية من الدولوميت غير المتبلور . ويستخدم الدولوميت فى البناء وفى صناعة بعض أنواع الجير والأسمنت ، كما يستعمل كمادة حرارية قاعدية . ولا ينصح باستعمال الدولوميت فى خلطات عجائن الخزف ولا فى خلطات التزجيج لتأثير الماغنيسيا الضار على نواتجهما ، ويوجد الدولوميت فى تلال عيون موسى والعيساوية واللحايون .

الماجنيزيت :

ويتركب من كربونات الماغنيسيوم ما ك $ا_٣$ ، لونه أبيض عادة ، ذو بنية ليفية وبريق زجاجى أو حريرى . والأنواع الطبيعية شديدة التماسك ذات بنية طينية بيضاء معتمة ، تبلغ أثقالها النوعية ٢٫٨ وقد تزيد على ٣ وتتراوح صلادتها بين ٣٫٥ — ٤٫٥

ويوجد الماجنيزيت فى الطبيعة على هيئة عقد أو عروق تتخلل صخور القشرة الأرضية . ويكثر وجوده فى كاليفورنيا واليونان والهند ، وأهم مناجمه

فى استيريا . و يوجد الماجنيزيت فى مصر فى مناطق البرامية فى الصحراء الشرقية .

ويحضر الماجنيزيت أو كربونات الماغنيسيوم المترسبة من ترسيبها من محاليل أملاح الماغنيسيوم من فضلات بعض الصناعات الكيميائية ، والناتج مسحوق خفيف يعرف بالمانيزيا البيضاء .

ويستعمل الماجنيزيت الطبيعى كمادة حرارية قاعدية هامة لكثير من الصناعات الفلزية وخاصة فى صناعة الصلب .

الجبس :

ويتركب من كبريتات الكالسيوم المائية : كا كب ا$_{٤}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا . وهو صخر متبلور تبلغ صلادته ٢ ، وثقله النوعى ٢ر٢ ، عديم اللون ذو مخدش أو مسحوق أبيض ، له بريق لؤلؤى أو زجاجى شفاف إلى جزئى الشفافية . ويذوب الجبس بقلة فى الماء . ويخرج ثلاثة أرباع ما به من الماء المرتبط فيه عند تسخينه إلى درجة حرارة ١٤٥° م . متحولا إلى مادة المصيص . ويفقد باقى ما الارتباط إذا سخن إلى درجة حرارة ١٨٠° . متحولا إلى كبريتات الكالسيوم اللامائية ، وهذه لاتقبل العودة إلى المركب المائى بعد ذلك ، وتسمى الأنهيدريت .

ويستعمل الجبس فى صناعة المصيص ، كما يدخل فى صناعة بعض أنوع الأسمنت . ويوجد الجبس فى طبقات سميكة ممتدة فى مساحات شاسعة ، وقد تتكون منه تلال متوسطة الارتفاع . وأهم محاجر الجبس فى مصر هى مناطق فايذ والبلاح على قناة السويس ، كما يوجد فى جبل مر ووادى غرندل وفى الغربانيات غرب الإسكندرية .

المصيص :

أو الجص أو عجينة باريس حيث حضر من أول مرة من جبس جبل « مارت» بالقرب من باريس ، ويتركب المصيص من ٢ كا كب ا$_{٤}$ ، يد$_{٢}$ ا . والمادة ناصعة البياض ، وقد سبق الكلام عنها فى أنواع الخزف المخلق .

المواد الاضافية

وهى المواد التى تضاف إلى مكونات عجائن الطين الأساسية للحصول على خواص معينة فى تلك العجائن أو فى أجسام المشغولات ، أو تكون ذات عمل مساعد فى عمليات التشغيل . وأهم هذه المواد هى :

المواد الخشنة (١)

المواد الخشنة أجسام غير لازبة تضاف إلى العجائن الطينية لغرض الحصول على لازبية معتدلة صالحة للتشكيل ولتكوين مشغولات خزفية سليمة ذات مواصفات مناسبة لنوع الناتج بعد عمليات التجفيف والتسوية .

وتتكون المواد الخشنة من :

(١) حبات معادن طبيعية من الكوارتز والفلشبار وقشور الميكا وبلورات البيريت والأوجيت والهورنبلند أو فتات الحجر الجيرى وغيرها من معادن الصخور الأصلية المتبقية فى الطين من عمليات كولنتة الأولى ، أو مما اختلط به فى أثناء انتقاله .

---

(١) سيرل : المواد الحرارية ، ١٤٠ ـ ١٤٦ ، ١٩٥٠ .

(٢) مساحيق الزلط والفلسبار التى تضاف إلى عجائن طينات الفخار الأبيض لتعديل لازيتها .

(٣) مساحيق الزلط المكلس والطين المكلس أو مساحيق الشقافة الناتجة من كسر بعض الأجسام فى عمليات تسويتها . وتضاف هذه المواد إلى عجائن مشغولات الفخار الأحمر وإلى منتجات الطوب الحرارى .

(٤) البوا كسيت المكلس الذى يضاف إلى عجائن بعض المنتجات الحرارية ليرفع من قدرة احتمالها للحرارة .

(٥) مجروش بلورات الموليت والكورند الذى يضاف عند صناعة بعض الحراريات لغرض الحصول على بنية متداخلة مندمجة .

(٦) الكاربورند وهو كربيد السيليكون : س ك . ويضاف على هيئة مسحوق خشن إلى عجائن بعض المنتجات الحرارية التى تتعرض عند استعمالها للاحتكاك الشديد ، وذلك لصلاة الكابورندم العالية التى ترفع من قدرة احتمال الجسم المحتوى عليها على مقاومة عوامل الجلخ . كذلك يقلل الكاربورندم من تشويه شكل الجسم عند تسويته فى درجات الحرارة العالية وذلك لارتفاع درجات انصهاره التى تساعد المشغول على مقاومته لفعل الحرارة والاحتفاظ بشكله .

حجم المواد الخشنة وأشكالها :

يتراوح حجم حبات المواد الخشنة من تلك التى لا تمر فى منخل يحتوى

على ١٨٠ ثقباً فى البوصة الطويلة إلى ما يصل إلى نصف بوصة فى القطر . ولا تستعمل الحبات الناعمة فى أجسام المشغولات المعرضة للتغيرات الحرارية ، وإنما يصلح استعمالها فى الأجسام التى تتعرض لفعل المواد الآكلة واللهب الأكال . ويفضل إستعمال الحبات الخرشة ذات الحواف الحادة عن الحبات المستديرة ، إذ يسبب إستعمال النوع الثانى إرتفاع نسبة المسامية فى جسم مشغولها وإلى تكوين سطح خارجى غير أملس .

فعل المواد الخشنة :

تعمل المواد الخشنة ذات درجات الانصهار التى هى أقل من درجات انصهار المواد الطينية المكونة للجسم الطينى كمساعدات صهر تملأ الفراغات المسامية بين أجزاء الطين مكونة البنية الزجاجية فى الجسم الناتج بعد التسوية ، وذلك كما فى حالات استعمالها فى المشغولات الخزفية الراقية .

أما المواد الخشنة ذات درجات الانصهار العالية عن درجات انصهار الطين المكون لجسم المشغول فتعمل كهيا كل للجسم بعد تسويته .

كذلك تستخدم المواد الخشنة لتعديل اللازبية الشديدة فى عجائن بعض الطينات مثل الطينة الكروية .

وتكسب المواد الخشنة المشغولات الخزفية صفات هامة تتخلص فى الآتى:

(١) خفض نسبة الانكماش فى الجسم عند تسخينه فى عمليات التجفيف والتسوية .

(٢) تخفض من مساميه الجسم المتكونة فى عمليات التسوية .

(٣) تعمل على تقليل احتمال ظاهرة فوق التسوية فى الأجسام .

(٤) تزيد عن متانة الناتج بعد التسوية .

(٥) تعمل على الحصول على سطح ناعم أملس للأجسام المسواه .

(٦) تزيد من احتمال الأجسام للتغيرات الحرارية الفجائيـة وخاصة من المنتجات الحرارية .

تجهيز للمواد الخشنة .

المواد الخشنة إما أن تـكون طبيعية موجودة فى الطين من بقايا الصخور المكونة أو اختلطت به فى عمليات الانتقال وإما أن تـكون مجهزة صناعيا.

وتجهز المواد الخشنة الصناعية بإحدى الطرق الآتية :

١ — طحن المواد الطبيعية غير اللازبة إلى أحجام مناسبة ، وذلك كما فى طحن الفلسبار والزلط ، ويطحن الأخير كما هو أو بعد تـكليسه .

٢ — تـكليس أنواع من الطين وخاصة الطين الحرارى الجيد . ويجهز هذا النوع باختيار كتل الطين أو تشكيل عجائنه على هيئة كتل ، ثم تسوية الـكتل داخل أفران أو قمائن فى درجات حرارية أعلى من درجات حرارة تسوية الأجسام التى تستعمل فيها . وقد تصل درجات حرارة تسوية تلك الـكتل إلى ١٤٠٠° م . وذلك للحصول على مواد اجتازت جميع مراحل الانكماش التى من المحتمل أن تتعرض لها فى عمليات تسوية أجسامها . ويراعى عدم ملامسة الوقود أو رماده للـكتل الطينية فى أثناء تسويتها ، لذلك يفضل استعمال الوقود الغازى فى تسخين هذه الـكتل .

ثم تفرز الأجسام المسواة لاستبعاد غير التجانس منها أو التى يصيبها تغير فى ألوانها . ثم تجرش الكتل المفروزة بمجارش خاصة ، ولا ينصح بطحنها لتجنب تكوين حبات ناعمة أو مستديرة الحواف . ثم ينخل الناتج لفصل المساحيق الناعمة وتصنيفها حسب درجات خشونتها .

٣ — وقد يستعمل مجروش الشقافة أو الكسر الناتج من تشريح بعض المشغولات الطينية عند تسويتها . ومواد هذا النوع أقل جودة من المواد المجهزة خصيصاً لإنتاج المواد الخشنة ، وذلك لإحتواء تلك الشقافة وكسر المشغولات على السيليكا ومساعدات الصهر وبعض التزجيجات أو تكون ملوثة بخبث الأفران وغيره من شوائب ، مما يعمل على خفض الخواص الحرارية للناتج وإلى حدوث الانتفاخات فى المشغولات المحتوية لها عند تسويتها ، كذلك تخفض تلك المواد الخشنة من إحتمال الجسم للتغيرات الحرارية .

٤ — صهر الطين إلى درجات حرارة عالية يتحول فيها إلى معدن الموليت الذى يتبلور من المصهور على هيئة بلورات منشورية .

٥ — تكليس البواكسيت أو صهره للحصول على معدن السكورند .

٦ — تحضير الكاربورندم من اتحاد الكربون بالسيليكا داخل أفران كهربائية .

استعمال المواد الخشنة :

تضاف المواد الخشنة بكميات وأحجام وأشكال تتوقف على نتائج التحليل الميكانيكى لنوع الطين المستعمل فى التشغيل ، وعلى مواصفات

المشغول الناتج . كذلك تتوقف كميات وأنواع المواد الخشنة المستعملة على العوامل التي يتعرض لها الجسم الطيني والظروف الحرارية التي يمر فيها فى عمليات التسوية .

كما يراعى خمول المواد الخشنة المستعملة كيميائياً حتى لا تؤثر فى تركيب الطين المستعمل أو فى العمليات الكيميائية الحادثة فى أثناء تسوية أجسامها . كذلك يراعى عدم تأثير لون المادة الخشنة المستعملة على اللون المطلوب لجسم المشغول بعد تسويته .

الطلق (١)

يتركب الطلق من سيليكات الماغنيسيوم المائية : ٣ ما ا ، يد٢ ا ٤ س ا٢ . وهو ذو لون أبيض ومنه الأبيض الفضى أو الخضر أو الرمادى : وللمعدن بريق لؤلؤى وملمسه دهنى ، لين جداً يسهل تفتيته وسحقه ، ويبلغ ثقله النوعى ٧ر٢ — ٨ر٢ : وبنية المعدن صفحية . وعند ما يسخن الطلق فى لهب البورى تنصهر أطرافه متحولة إلى ميناعند تجمدها ، وتقاوم هذه المينا فعل الأحماض والحرارة .

وللين الطلق يمكن نحته وتشكيله . ويدخل الطلق فى صناعة الصينى ، كما تستعمل الأنواع الملونة فى صناعة أوعية الطبخ كالأبرمة والطواجن الفخارية لمقاومة المعدن للحرارة ، كذلك يستخدم الطلق فى صناعة بعض أنواع الطوب الحرارى ، كما يستخدم مسحوق الأنواع البيضاء فى ترطيب البشرة وكمادة موسعة فى الدهان ويستعمل مثقلا فى بعض المنسوجات .

---

(١) رطلى : مبادئ علم المعادن ، ٢١٦ ، ١٩٣٣ .

ومن أنواع الطلق :

الاستياتيت ، ويسمى أيضاً حجر الصابون ، وهو متكتل البنية ، ويشبه الطلق فى معظم الخواص . وتستعمل ألواح من الاستياتيت فى بطانة المواقد والأفران . ويشكل الاستياتيت بالنحت على هيئة أجسام وأدوات وقطع فنية وزخرفية ، وقد استعمل فى هـذه الأغراض بكثرة فى الهند والصين . ويستعمل المعـدن فى صناعة البورسيلان وكمادة حرارية فى صناعة فوهات المواقد الغازية . ويستعمل مسحوقه كمادة مشحمة للآلات وفى إزالة الشحم من الملابس .

حجر أوعية الطبخ : وهو نوع غير نقى من الطلق ، ذو بنيـة إردوازية وألوان خضراء رمادية أو قاتمة ، كما يوجـد منه نوع ذو لون رمادى حديدى أو أسود بنى . ويشكل الحجر فى إيطاليا لعمل أوانى الطبخ لمقاومته للحرارة ويسهل تشكيل الحجر بالخرط .

الإردواز الطلقى : وهو نوع من الطلق كثير الشوائب يشبه الإردواز

صابونة الخياط : وتسمى أيضاً حجر الطباشير الفرنسى وهى نوع من الاستياتيت يستعمل فى تخطيط الملابس عند قصها .

ومن الاستياتيت ما يوجد فى سانت لورانس بولاية نيويورك . ويقبل هذا النوع الصقل ويكتسب سطحاً عالى البريق ، وتبلغ صلادته ٣ — ٤ . وتصنع منه المحابر والقطع الفنية . ويتراوح لونه بين الأبيض والأصفر ومنه الأسود .

ويوجد الطلق فى وادى الحمامات ووادى خريط ووادى راضى والربع وبير أم ديزى ووادى أبو جوردى وبير الحبر ووادى العطشان وجبل درهيب . كما يوجد الطلق فى الولايات المتحدة الأمريكية وبلاد التيرول .

سيليكات الصوديوم[1]

تستعمل سيليكات الصوديوم التجارية كمادة إضافية من مواد الخزف الأولية ، وتباع فى الأسواق على هيئة محلول غليظ أو شرابى القوام تحت اسم الزجاج المائى ، ويتكون من محلول سيليكات الصوديوم أو سيليكات البوتاسيوم أو من كليهما . وليس للمادة التجارية تركيب كيميائى محدود ، ويقرب تركيبها من $ص_{٢}س_{٤}أ_{٩}$ ، أما النقى منها فيتركب من $ص_{٢}س أ_{٣}$.

ويصنع الزجاج المائى من صهر مسحوق الكوارتز أو السيليكا الطبيعية مع الصودا الكاوية أو كربونات الصوديوم ، وقد تستعمل كبريتات الصوديوم مع إضافة نسبة صغيرة لا تتجاوز ٣ ٪ من مسحوق الفحم ليساعد على إتمام اختزال الكربونات أو الكبريتات . وتجرى عملية الصهر فى أفران عاكسة أو داخل بوادق صهر الزجاج . وتحتاج عملية الصهر إلى ٨ — ١٠ ساعات . والناتج من العملية مادة زجاجيه شفافة أو ذات شفافية جزئية ، ذات لون قليل الاخضرار من أثر ما بالخامات من حديد . ويطحن الناتج الزجاجى ثم يغلى فى الماء . ويفضل إجراء عملية الاذابة تحت ضغط فى وعاء متين محكم الغلق . ويستحسن إضافة كمية صغيرة من أكسيد النحاس أو أكسيد الرصاص لتحليل

---

(١) شوترب : مختصر فى الكيمياء الصناعية ، ٢٧١ ، ١٩٣٩ .
ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة ، ٦٨٣ ، ١٩٣٩ .

أى كميه من كبريتيد الصوديوم تتخلف عن عملية اختزال الكبريتات .
وتستمر عملية الإذابة من ١٠ — ١٢ ساعة يسحب بعدها المحلول من الوعاء ويرشح خلال منسوج ، ويترك بعد ذلك الترشيح ليركد . ثم يركز إلى أن يبلغ ثقله النوعى ٧ر١٠ ويجب خلو الماء الزجاجى من شوائب الجير والألومينا وغيرهما .

كذلك يصنع الزجاج المائى من غلى السيليكا فى محلول الصودا الكاوية تحت ضغط يبلغ ٦٠ رطلا على البوصة المربعة لمدة طويلة . وتنتج هذه الطريقة السيليكات المطلوبة مباشرة دون حاجة إلى تركيز كثير . وفى بعض الأوقات يذاب راسب من السيليكا الهلامية فى محلول الصودا الكاوية ثم يبخر المحلول الناتج لتركيزه . كما يحضر الزجاج المائى من اتحاد مخلوط من كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم بنسبة وزنيهما المكافئين، والناتج فى هذه الحالة أكثر ذوبانا من النواتج السابقة ، ويطلق عليه فى بعض الأوقات اسم الزجاج المائى الثنائى الذوبان .

ويتحلل الزجاج المائى بسهولة بواسطة الأحماض وحتى ثانى أكسيد الكربون يحلله إلى السيليكا وملح قلوى من الكربونات . وللزجاج المائى تأثير قلوى شديد، يذيب فلزات الألومنيوم والخارصين مع تصاعد غاز الأيدروجين وارتفاع فى درجة الحرارة . ويستعمل الزجاج المائى فى عجائن الطين لخفض كمية الماء المستعمل فى العملية .

ويضاف إلى العجينة بنسبة ١٥ر ٪ كذلك يستعمل الزجاج المائى كمادة لاصقة لقطع الخزف أو الزجاج ، وكذلك فى لصق الأخشاب والجلود ، وفى ترميم الآثار الحجرية وسد الشقوق بها . ويكثر استعمال الزجاج المائى كمادة إضافية

للصابون الأصفر وصابون الغسيل ، وكمادة مثبتة للملونات عند طبع البفتة ، وكمادة حافظة للملونات فى طلاء الآلافريسكو ، وكمادة واقية من الحريق للأقمشة والأوراق ، وكمادة غير منفذة للماء والرطوبة ، ولحفظ البيض ، ووقاية المنسوجات وسطح الأحجار المسامية ، كذلك يستعمل الزجاج المائى كمادة رابطة للمساحيق وفى صناعة الأحجار الصناعية .

صودا الغسيل

توجد المادة فى بعض الرواسب المحلية فى وادى النطرون بالصحراء الغربية. وكانت تحضر من رماد احتراق الأعشاب البحرية المعروف باسم القلى . وتصنع صودا الغسيل الآن من ملح الطعام بطريقة سولفاى . وتتركب صودا الغسيل من كربونات الصوديوم المرتبطة بعشرة جزيئات من ماء التبلور : $ص_٢ ك ا_٣ ، ١٠ يد_٢ ا$. وتفقد المادة ماء تبلورها عند تسخينها أو تعرضها للهواء . وتتحول عند فقدها لماء التبلور إلى مسحوق أبيض من كربونات الصوديدم اللامائية . وكثيراً ما يباع الأخير على هيئة كتل أو أقراص صغيرة. وتنصهر كربونات الصوديوم اللامائية فى درجة حرارة ٨٥٠° م ، مع تحللها قليلا إلى أكسيد الصوديوم ، وتطاير ثانى أكسيد الكربون . ويتم التحلل فى درجات حرارة أعلى من ذلك .

ولكربونات الصوديوم قابلية الذوبان فى الماء ومحلولها فيه ذو تأثير قلوى . والمادة سهلة الانصهار مع السيليكا .

وتستعمل صودا الغسيل أو كربونات الصوديوم اللامائية كمساعد صهر فى صناعة الزجاج وفى خلطات التزجيج . (وتضاف إلى عجائن الطين بنسبة ٠٫٣٪ من وزن الطين ، ولها فى ذلك فعل سيليكات الصوديوم .

الباب الثانى

أصل الطين وتكوينه

من المشاهدات التى لوحظت على طبيعة الصخور الطينية وارتباطها بالصخور النارية المكونة لها ، ومن الدراسات التى أجريت على التحاليل الكيميائية والبتروجرافية لكل من أنواع الصخور ، ومن نواتج الفحص الميكروسكوبى لقطاعات تلك الصخور التى أوضحت تسلسل عمليات التحلل ونواتجها ، وكذلك من التجارب التى أجريت للتحقق مما وضعه العلماء من فروض لتفسير تكوين الطين ، من كل هذه النواحى الأربع أمكن التعرف على عمليات تحلل الصخور النارية ونواتج تحللها ، وعلى التفاعلات والظروف التى أحاطت بهذه العمليات فى غابر العصور الجيولوجية مما له أثره المفيد فى دراسة الطين والتوصل إلى مدى صلاحيته وحسن توجيه استعماله فى نواحى الصناعات الخزفية .

نظرة عامة فى الصخور النارية :

تكونت الصخور النارية من تصلب مواد معدنية مصهورة فى درجات حرارة عالية . وقد تصلبت تلك الصخور من مصهور مكوناتها على عمق

كبير تحت سطح الأرض ، ويعرف هذا النوع من الصخور « بالصخور النارية الجوفية » وتتصف هذه الصخور بوضوح وكبر بلوراتها ، ومن هذه الصخور الجرانيت والديوريت . وقد يكون تبريد المصهور قريباً من سطح الأرض بعد تداخله فى صخور القشرة الأرضية على هيئة سدود وعروق ، وتسمى هذه الصخور الجرانيت والديوريت . وقد يكون تبريد المصهور قريباً من سطح الأرض بعد تداخله فى صخور القشرة الأرضية على هيئة سدود وعروق ، وتسمى هذه الصخور « بصخور البجماتيت والأبليت» ، وهى ذات بلورات غير متساوية الحجم . ومثل هذه الصخور لها فرص تحلل أكبر من فرص تحتل الصخور الجوفية المستقرة فى باطن الأرض . وذلك لتصاعد كميات كبيرة من مواد متطايرة متخلفة من عمليات تجمد الصخور الجوفية ، والتى تمتزج مع مصهورات الصخور المتداخلة ، ولهذه المواد المتطايرة تأثير فعال فى معادن الصخر إذ تتحال إلى مواد ثانوية من أهمها الكاولين . ومن الصخور النارية ما تجمد بسرعة عند خروج مصهوره إلى سطح الأرض ، وتعرف هذه الصخور «بالصخور البركانية» وبنية هذه الصخور زجاجية أو دقيقة البلورات ومن هذه الصخور صخر البازلت .

ومن أهم الصخور النارية المكونة للطين هى .

الجرنيت :

وهو صخر نارى جوفى يتكون من معادن الفلسبار والكوارتز والميكا بصفة أساسية والجرنيت من الصخور النارية الحامضة التى تزيد نسبة السيليكا فيها على ٦٦٪ من تركيب الصخر .

البازلت :

وهو صخر نارى بركانى ذو لون أخضر قاتم شديد التماسك زجاجى البنية مع وجود بلورات دقيقة . ويتكون الصخر من معادن البلاجيوكليز والأوجيت . والبازلت صخر قاعدى تقل قيمة السيليكا عن ٥٢٪ .

معادن السيليكات :

تتركب الصخور النارية من معادن أهمها معادن السيليكا . والسيليكات أملاح لحامض السيليسيك . ويوجد نوعان من الحامض ، هما :

(١) حامض الأورثوسيليسيك : يد$_{٤}$ س ا$_{٤}$ أو ٢ يد$_{٢}$ ا ، س ا$_{٢}$ [١]

وتسمى أملاحه أورثوسيليكات، وفيها تحل القواعد محل ماء الحامض وذلك بنسبة جزيئين من القاعدة إلى جزىء من السيليكا . وقد تحل قاعدة واحدة محل كل من جزيئى الماء فى الحامض ؛ ويطلق على هذا النوع من الأملاح بالأورثوسيليكات البسيطة . وقد تحل قاعدتان محل ماء جزىء الحامض فى الأملاح المعروفة باسم الأورثوسيليكات المعقدة . ومن معادن الأورثوسيليكات البسيطة معادن :

الفورستيريت ، وهو أورثوسيليكات الماغنسيوم : ٢ ما ا ، س ا$_{٢}$.

والفياليت ، وهو أورثوسيليكات الحديدوز : ٢ ح ا ، س ا$_{٢}$.

ومن معادن الأورثوسيليكات المعقدة :

معدن الجازنت أو العقيق ، وهو أورثوسيليكات الحديدوز والألمونيوم :

ح ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ س ا$_{٢}$.

---

(١) جرت العادة على كتابة القوانين الكيميائية للمعادن على هيئة أكاسيد العناصر المكونة لها .

(٢) حامض الميتاسيليسيك : يد$_{٢}$ س ا$_{٣}$ أو يد$_{٢}$ ا ، س ا$_{٢}$

وتسمى أملاحه ميتاسيليكات ، وفيها ترتفع نسبة السيليكا بحيث تكون نسبة عدد جزيئاتها إلى عدد جزيئات القاعدة كنسبة ١ : ١ .

ومن الميتاسيليكات ماهو من النوع البسيط ، وذلك مثل السيليكات القلوية كميتاسيليكات البوتاسيوم : بو$_{٢}$ ا ، س ا$_{٢}$ ، وميتاسيليكات الصوديوم ص$_{٢}$ ا ، س ا$_{٢}$. وتذوب السيليكا القلوية فى الماء وتعرف محاليلها فيه بالماء الزجاجى . ولا توجد للسيليكات القلوية هذه معادن طبيعية

ومن معادن الميتاسليكات البسيطة الموجودة فى الطبيعة معادن :

الوولاستونيت ، وهو ميتاسيليكات الكالسيوم . كا ا ، س ا$_{٢}$.

والإنستاتيت ، وهو ميتاسيليكات الماغنيسيوم : ما ا ، س ا$_{٢}$.

والسيليمانيت والأندالوسيت (السيانيت) ، ويتركب كل منهما من ميتاسيليكات الألومنيوم : لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، س ا$_{٢}$:

والزركون « الزرق » ، وهو ميتاسيليكات الزركونيوم ، كن ا$_{٢}$ ، س ا$_{٢}$

ومن معادن الميتاسيليكات المعقدة :

مجموعة معادن البيروكسين مثل معدن الأوجيت ، ويتركب من ميتاسيليكات كل من الكالسيوم والماغنيسيوم : كا ا ، ما ا ، ٢ س ا$_{٢}$.

مجموعة معادن الأمفيبول مثل معدن الهورنبلند، ويتركب من ميتاسيليكات

كل من الـكالسيوم والماغنيسيوم والحديدوز : كا ا ، ٣ (ما ، ح) ا، ٤ س ا$_{٢}$.

(٣) تحت السيليكات :

وهى أملاح معادن تتركب من القواعد والسيليكا بنسب متوسطة بين نسب وجودها فى الأورثوسيليكات والميتاسيليكات . ويعتقد البعض أن هذه المعادن مخاليط من أملاح كل من حامض الأورثوسيليسيك وحامض الميتاسيليسيك .

ومن معادن تحت السيليكات البسيطة :

المولیت ، ويتركب من ثلاثة جزيئات من الألومينا مع جزيئات من السيليكا : ٣ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$. ومن معادن تحت السيليكات المعقدة :

التورمالين ، ويتركب من تحت سيليكات كل من الحديديك والألومنيوم والبـــور :

١٠ ح$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٥ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٣ ب$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ١٢ س ا$_{٢}$ [١] . أى بنسبة ثلاثة جزيئات أكاسيد قاعدية إلى جزيئين من السيليكا .

(٤) المعادن المتعددة السـيليكات :

وهى معادن تتركب من سيليكات تزيد فيها نسبة عدد جزيئات السيليكا إلى عدد جزيئات الأكاسيد القاعدية فى مركبها على الواحد أى أكثر من

---

(١) حسب اقتراح نيجلى :

نسبة وجودها فى الميتاسيليكات . وقانون جزيئات هذه المعادن هو : ط ا ، لو ٢ ا ٣ ، ن س ا ٢ . حيث ط رمز لفلز ، (ن) عدد يزيد على ٢ من جزيئات السيليكا .

والمعادن المتعددة السيليكات مواد معقدة التركيب تحتوى على الألومينا مع واحد أو أكثر من الأكاسيد القاعدية الأخرى . وهذه هى المعادن الأساسية المكونة للصخور النارية . وأشهر هذه المعادن وأكثرها انتشارا بين تلك الصخور هى مجموعة معادن الفاسبار ، وتتركب من متعدد سيليكات الألومنيوم مع واحد أو أكثر من الأكاسيد القلوية أو القلوى أرضية عادة .

(ه) السيليكات المائية :

وهذه سيليكات تحتوى فى تركيبها على عدد من جزيئات الماء المرتبطة بجزىء المادة ارتباطاً غير ذرى ولكنه ارتباط إضافى نتيجة لوجود قوى إضافية فى جزىء المركب .

ومن السيليكات المائية ما هو بسيط متعدد السيليكات . وأشهر معادن هذا النوع هو المعادن الطينية المركبة من متعدد سيليكات الألومنيوم المائية . ويختلف عدد جزيئات السيليكا وعدد جزيئات الماء فى المركب . والقانون الجزئى العام لهذه المركبات هو :

لو ٢ ا ٣ ، ن س ا ٢ ، م يد ٢ ا ، حيث (ن) عدد جزيئات السيليكا و(م)

عدد جزيئات الماء فى المركب . ويبين جدول كلارك [1] لمركبات سيليكات الألومنيوم المائية معادن هذا النوع :

المعدن	القانون الجزيئى	أكاسيد القانون الجزيئى
كاولينيت	يد$_{٤}$ لو$_{٢}$ س$_{٢}$ ا$_{٩}$	لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا
هولويسيت	يد$_{٤}$ لو$_{٢}$ س$_{٢}$ ا$_{٩}$ + ماء	لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا + يد$_{٢}$ ا
نيوتونيت	يد$_{٨}$ لو$_{٢}$ س$_{٢}$ ا$_{١١}$ + ماء	لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٤ يد$_{٢}$ ا + يد$_{٢}$ ا
سيموليت	يد$_{٦}$ لو$_{٤}$ س$_{٩}$ ا$_{٢٧}$ + ٣ ماء	٢ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٩ س ا$_{٢}$ ، ٣ يد$_{٢}$ ا + ٣ يد$_{٢}$ ا
مونتموريللونيت	(ما ، كا) لو$_{٢}$ س$_{٥}$ ا$_{١٤}$ + ن ماء	(ما ، كا) ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٥ س ا$_{٢}$ + (٥—٧) يد$_{٢}$ ا
بيروفيليت	يد$_{٢}$ لو$_{٢}$ س$_{٤}$ ا$_{١٢}$	لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٤ س ا$_{٢}$ + يد$_{٢}$ ا
آللوفين	لو$_{٢}$ س ا$_{٥}$ + ٥ ماء	لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، س ا$_{٢}$ + ٥ يد$_{٢}$ ا
كوليريت	لو$_{٤}$ س ا$_{٨}$ + ٩ ماء	٢ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، س ا$_{٢}$ + ٩ يد$_{٢}$ ا
شروتيريت	لو$_{١٦}$ س$_{٣}$ ا$_{٣٠}$ + ٣٠ ماء	٨ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٣ س ا$_{٢}$ + ٣٠ يد$_{٢}$ ا

وتخرج جزيئات الماء من هذه المركبات عند تسخينها ، كما أن لأغلب هذه المواد خاصة غروية .

(١) كلارك . بيان عن الكيمياء الجيولوجية ، تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بالولايات المتحدة الأمريكية، ٦١٠ ، ٦١١ ، ٦١٦ ، ١٩٢٠ .

ومن معادن السيليكات المائية ماهو معقد التركيب وذلك مثل معادن :

الميكا البيضاء ، وتتركب من متعدد سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم المائية : ٢ يد ٢ ا ، بو ٢ ا ، ٣ لو ٢ ا ٣ ، ١٦ ا ٢ ، وقد يحل محل كل أو بعض البوتاسا أكسيد قلوى آخر فى بعض أنواع المعدن .

الميكا السوداء : أو البيوتيت ، وتتركب من ميتاسيليكات البوتاسيوم والماغنيسيوم والحديد وزوالألومنيوم والحديديك المائية :

يد ٢ ا ، بو ٢ ا ، (ما ، ح) ا ، (لو ، ح) ٢ ا ٣ ، ٣ س ا ٢ .

الكلوريت ، ويتكون من سيليكات مائية خضراء للألومنيوم والماغنسيوم والحديدوز ، يمكن تمثيل تركيبه فى القانون : ٢ يد ٢ ا ، (ما ، ح) ا ٢ ، لو ٢ ا ٣ ، س ا ٢ . السربنتين ، ويتركب من تحت سيليكات الماغنسيوم المائية: ٣ ما ا ، ٢ س ا ٢ ، ٢ يد ٢ ا . مع إحلال الحديد والنيكل محل جزء من الماغنسيوم .

الطاق ، ويتركب من ميتاسيليكات الماغنيسوم المائية : يد ٢ ا ، ٣ ما ا ، ٤ س ا ٢ ، ويحل النيكل محل جزء من الماغنيسيوم .

ويتصاعد الماء من هذه المعادن عند تسخينها لدرجة الاحمرار .

التركيب الكيميائى والمعدنى للصخور النارية :

قام كل من « ليث » و «ميد»[1] بتحليل مجموعات كبيرة من الصخور النارية الحامضة والقاعدية من أماكن متفرقة ، ثم سجلا متوسط هذه التحاليل

(١) ليث وميد : الجيولوجيا المتحولة ، ٧١ ، ١٩١٥ .

فى الجدول الآتى ، وذلك على أساس وجود هذه الصخور فى القشرة الأرضية بنسبة ٦٥٪ للصخور الجرانيتية الحامضة و٣٥٪ للصخور البازلتية القاعدية :

الأكاسيد	نسبتها المئوية فى الصخور الجرانيتية	نسبتها المئوية فى الصخور البازلتية	المتوسط الإجمالى
س ا$_٢$	٧٠٤٧	٤٩٫٦٥	٦٣١٨
لو$_٢$ ا$_٣$	١٤٩٠	١٦٫١٣	١٥٣٥
ح$_٢$ ا$_٣$	١٦٣	٥٫٤٧	٢٩٧
ح ا	١٦٨	٦٫٤٥	٣٣٥
ما ا	٠٩٨	٦٫١٤	٢٧٩
كا ا	٢١٧	٩٫٠٧	٤٥٨
ص$_٢$ ا	٣٣١	٣٫٢٤	٣٢٨
بو$_٢$ ا	٤١٠	١٫٦٦	٣٢٤
تى ا$_٢$	٠٣٩	١٤١	—
فو$_٢$ ا$_٣$	٠٢٤	٠٫٤٨	—
المجموع	٩٩٨٧	٩٩٫٧٠	٩٨٫٧٤

وقد قام عدد من الكيمائيين فى مصر بتحليل مجموعة كبيرة من الصخور النارية المصرية الحامضة منها والقاعدية من أماكن كثيرة متفرقة .

كما قام « هيوم » المستشار الجيولوجى السابق للحكومة المصرية بدراسة طبيعة الصخور المصرية الجيولوجية وحساب أنواع ونسبة المعادن المكونة لها من نتائج تحاليلها الكيميائية ، واشترك مع هيوم كل من « بيدنل » و « ج . بول » فى الفحص البتروجرافى لعينات تلك الصخور .

وقد جاءت نتائج تحاليل الصخور مشابهة لنتائج تحاليل ليث وميد مؤيدة لما توصلا إليه من المتوسطات الإجمالية السابقة .

وفى الجدول الآتى مجموعة من الصخور النارية المصرية التى أجرى تحليل عيناتها

الصخور	أنواعها	المنطقة	المرجع
١ — جرانيت	حامض	وادى شاعيت	بارتو ، ١٨٢[1]
٢ — »	»	مونت كاوديانس	» ، ٣٨٤[1]
٣ — »	»	وادى أبو معمل	» ، ٤٥٨[1]
٤ — ٥٠ نوعا من جرانيت أحمر	»	أسوان	هاروود ، ٧٠[1]
٥ — جرانيت قلوى	»	واحة العوينات	بارتو ، ٣٥٨[1]
٦ — » »	»	جنوب شرق سيناء	» ، ٤٦٦[1]
٧ جرانيت هورنبلندى	»	أسوان	جوهانش وفراتزر ، ٦٨٨[1]
٨ — جرانود يوريت	»	»	هاروود ، ٧٠[1]
٩ — كوارتز ديوريت	»	واحة العوينات	بارتو ، ٣٥٨[1]
١٠ — كوارتز ديوريت	»	أسوان	هاروود ، ٧٠[1]
١١ — نيس	»	وادى أبيض	» ، ٧١[1]
١٢ — »	»	جبل العوينات	راوول ، ٤١٨[1]

(تابع الجدول السابق)

الصخور	أنواعها	المنطقة	المرجع
١٣— نيس جرانيتى	حامض	أسوان	هاروود ، ٧٠[١]
١٤— ميكاد يابيز	»	»	» ، ٧٠[١]
١٥— ٥٠ نوعا من السيانيت	متوسط	»	دالى[٢]
١٦— سيانيت	»	واحة العوينات	بارتو ، ٣٥٨[١]
١٧— ديوريت	»	جزيرة دعابا ، وادى ، حلفا	ديليسه ، ٢٣٧[١]
١٨— »	»	أسوان	بارتو ، ٣١٥[١]
١٩— داسيت	»	أم سدرى ، وادى مويلح وداى رانجا ، وادى فيران	ديليسه ، ٢٣٧[١]
٢٠— أبليت	»	جبل غريب	ليندنر ، ٦٥٨[١]
٢١— الحجر السماقى الإمبراطورى	»	جبل الدخان	ديليسه ، ٢٣٧[١]
٢٢— صخور أسوان القاعدية	قاعدى	أسوان ، عنيبة	هوسالك ، ٦٧١[١]
٢٣— جابرو	»	جبل أبو خروج	هاروود ، ٤٢٩[١]
٢٤— »	»	وادى جاو	» ، ٤٢٩[١]

(١) أرقام الصفحات فى هيوم: جيولوجية مصر ، الجزء الثانى ، وزارة المالية المصرية ، مصلحة المساحة . المطبعة الأميرية ، بولاق القاهرة ، ١٩٣٥ .

(٢) دالى : الصخور النارية وأصلها ، ص ٢٠ — ٢١ .

وقد أجمل «بيرسون»[1]، نتائج تحليل ليث وميد للصخور النارية في التركيب الآتي :

س أ٢ ٣٨ — ٤٧ر٧٠ ٪

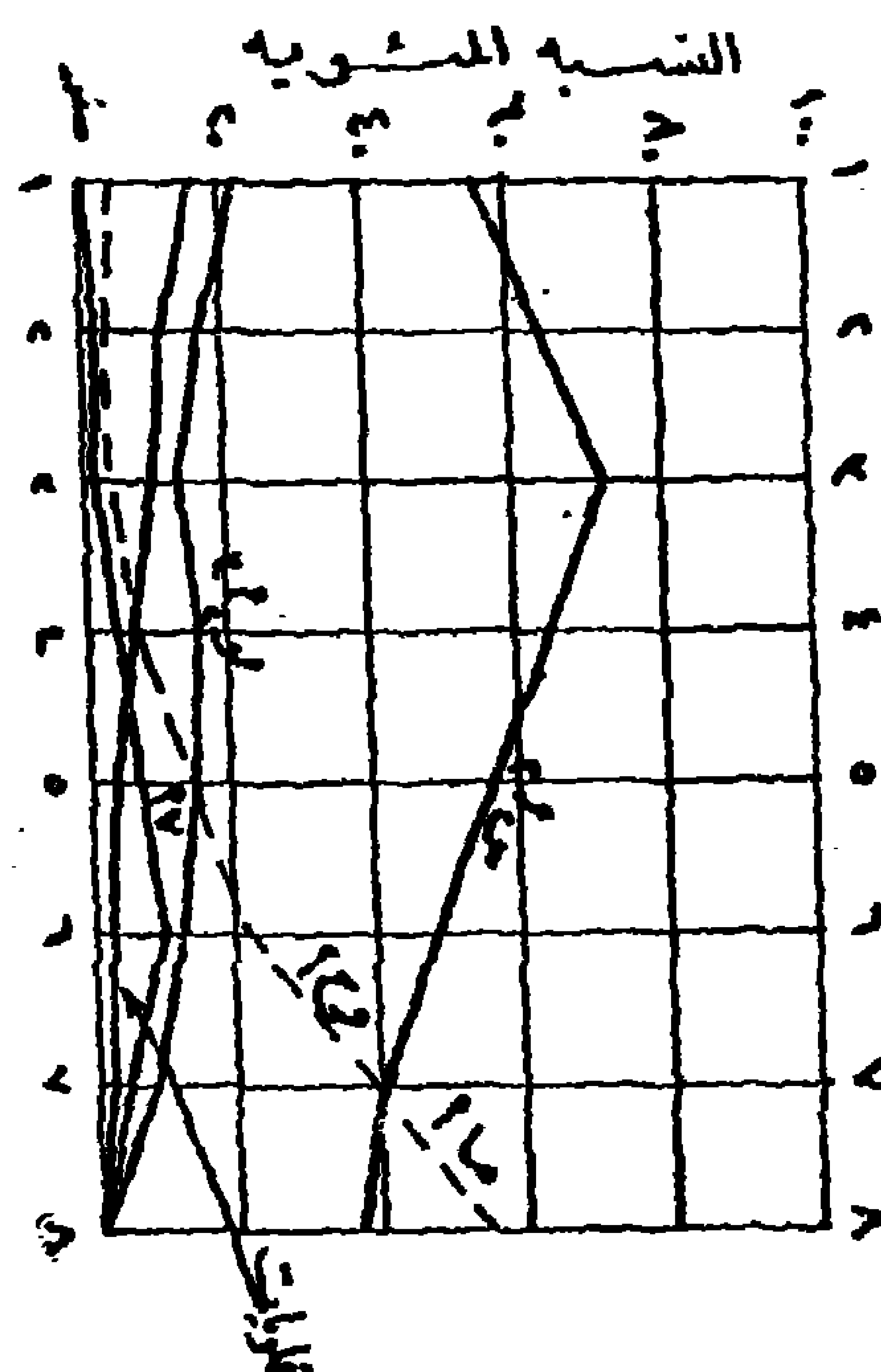
لو٢ أ٣ صفر — ٢٣ ٪

كا أ صفر — ٨ ٪

ح أ، ما أ ٣ — ٥٥ ٪

أكاسيد قلوية صفر — ١٧ ٪

وذلك كما هو مبين في منحنيات شكل رقم (٢) .



(شكل رقم ٢) « التركيب الكيميائي العام للصخور النارية العادية »

---

(١) بيرسون : الصخور ومعادنها ، ١٤٤ ، ١٤٥ ، ١٩١٥ .

كذلك حسب بيرسون من التركيب الكيميائي السابق أنواع ونسب المعادن المكونة للصخور ولخصه في التكوين المعدني العام للصخور النارية العادية، كالآتي:

(١) معدن الكوارتز : س ا$_٢$ ٥ — ١٠٠ ٪

(٢) معادن الفلسبار القلوية

ط$_٢$ ا ، لو$_٢$ ا$_٣$ ، ٦ س ا$_٢$ ١٢ — ١٠٠ ٪

(٣) معادن البلاجيوكليز

ط$_٢$ ا ، لو$_٢$ ا$_٣$ ، ٦ س ا$_٢$

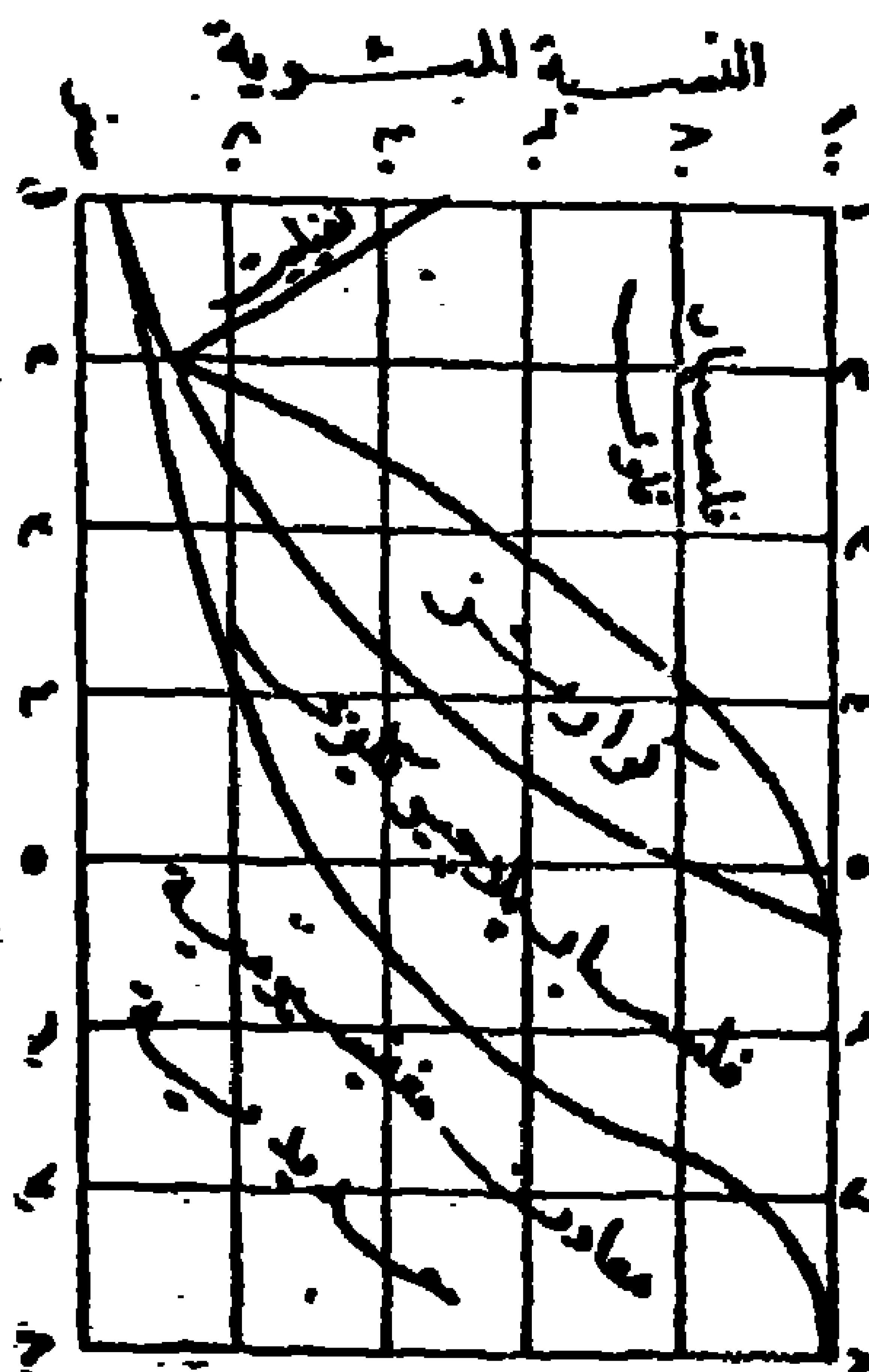
ط ا ، لو$_٢$ ا$_٣$ ، ٢ س ا$_٢$ ٥ — ١٠٠ ٪

(٤) معادن حديدية وماغنيسيومية ٥ — ١٠٠ ٪

(٥) معدن النيفيليت :

(ص ، بو)$_٢$ ا ، لو$_٢$ ا$_٣$ ، ٢ س ا$_٢$ ٥ — ٤٨ ٪

وذلك كما هو مبين في منحنيات الشكل رقم (٣)



(شكل رقم ٣) التكوين المعدني العام للصخور النارية العادية

ويبين الجدول الآتى ترتيب الصخور النارية ترتيباً تنازلياً حسب حامضيتها ، وذلك كصخور جوفية وما يقابلها فى التركيب من صخور بركانية :

صخور جوفية	صخور بركانية	نوع الصخر
جرانيت	ريوليت	حامض
كوارتزديوريت	داسيت	»
سيانيت	تراكيت	متوسط
نيفيليت سيانيت	فونوليت	»
ديوريت	أنديزيت	»
جابرو	بازلت	قاعدى
بيريدوتيت	بازلت	»
رونيت	بازلت	»

تحلل الصخور النــارية :

تتعرض الصخور النــــارية إلى عمليات تحلل ميكانيكية طبيعية تعرف بعمليات التعرية ، وعمليات تحلل كيماوية .

التعـــرية :

هى عملية تفتت الصخور نتيجة تعرضها لعوامل مؤثرة تغير من هيئتهـا الطبيعية الموجودة عليها . وتشمل عوامل التعرية :

(١) التغير فى درجات الحرارة نتيجة انخفاضها ليلا وارتفاعها نهاراً ، ولاختلاف درجات حرارة فصول السنة .

(٢) فعل الماء فى صوره المختلفة من مطر ومياه جوفيـة ومياه جارية كالسيول والأنهار وأمواج البحار والمد والجزر والتيارات البحرية . كذلك للماء المتجمد من صقيع وجليد وثلج وثلاجات أثر فعال فى تفتيت الصخور .

(٣) الرياح .

(٤) الـكائنات الحية .

(٥) ومن عوامل التعرية ماهو داخلى يحدث فى جوف الأرض كفعل البراكين والزلازل ذات الهزات الأرضيـة العنيفة ، والتقلصات الأرضية البطيئة .

وتقوم عوامل التعرية بتفتيت الصخور مما يزيد فى فعل عوامل التحلل الـكيميائى .

كذلك تقوم بعض عوامل التعرية من مياه ورياح بنقل ما تنتجة من فتات أو ما يتم تحلله كيميائياً من مكان التحلل إلى أماكن أخرى حيث ترسب على هيئة صخور رسوبية .

وهى عملية تؤثر فى الصخور تأثيرا يحللها إلى مواد أبسط من تركيب معادنها الأصلية . وتشمل عوامل التحلل الـكيميائى .

(١) الأكسدة بفعل أكسيجين الهواء أو المذاب منه فى الماء . والاختزال بفعل المواد الـكربونية وغيرها من المواد المختزلة .

(٢) التميؤ بفعل الماء . والتزهر نتيجة خروج الماء من معدنه .

(٣) الإذابة ، وذلك إما بفعل الماء وحده كإذابة ملح الطعام والكربونات والسيليكات القلوية ، وما يعقب ذلك من تفاعلات فى المحاليل الناتجة ، وإما بفعل الماء المحتوى على ثانى أكسيد الكربون الذى يذيب كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم وكذلك كربونات الحديد وما يعقب ذلك من عمليات تبلور وترسيب أو أكسدة . كذلك يعزل الماء وسطا لانتشار المواد العروية التى يتم بواسطتها بعض التفاعلات الكيميائية .

(٤) المواد المتطايرة من أبخرة وغازات فعالة مثل أبخرة الكبريت والبورات وغازات الفلور وكلوريد الأيدروجين التى تتصاعد من مصهور معادن الصخور فى أثناء تجمدها سواء فى جوف الأرض أو قريباً منه أو على سطح القشرة الأرضية ، كذلك تتصاعد هذه المواد المتطايرة من البراكين مع الحمم المتصاعدة فى أثناء التوزن البركانى أو تكون مذابة تحت ضغط عال فى المياه الجوفية ثم تنفصل عن محاليلها عند انبثاق تلك الحارة إلى سطح الأرض وزوال الضغط من فوقها كما هو الحال فى مياه النافورات الحارة ، وتؤثر المواد المتطايرة تأثيرات كيميائية فيما تلامسه من صخور .

العوامل التى يتوقف عليها التحلل الكيميائى .

تتوقف تحلل الصخور النارية وما ينتج عنها من مواد على النواحى الآتية :

بنية الصخر المتحال :

تزداد سرعة التحلل بزيادة السطح المعرض لفعل عوامله ، فكلما دقت

حبات المادة كانت أكثر وأسرع فى التحلل . وتزيد عوامل التعرية من سطح المعادن المعرضة لعوامل التحلل بما تحدثه من تفتيت فيها .

ومن التجارب الشبيهة بالتجارب التى أجريت لإثبات سرعة تحلل الصخور المفتتة وبطء أو إنعدام تحلل الصخور المتكتلة تجربة توضع فيها قطعة من صخر الجرانيت وأخرى فى حجمها من صخر البجماتيت ، وكلاهما يحتوى على معدن الفلسبار ، وذلك على هيئة حبات منفصلة فى الجرانيت وعلى هيئة بلورات ضخمة فى البجماتيت . وفى التجربة تدفن قطعتا الصخرين تحت تربة زراعية غنية بالدبال داخل صوبة (بيت زراعى زجاجى) مدة سنة يشاهد فى نهاية المدة تحلل فلسبار الجرانيت إلى كاولين وعدم أو ضعف تحلل فلسبار البجماتيت .

(٢) تركيب المادة المتحللة .

وجد كل من « تويتهوفل [١] » و « واطسون [٢] » أن تحلل الصخور النارية متوقف على تركيب مادة الصخر ، وذلك تبعاً للقاعدتين الآتيتين :

(ا) تزداد سرعة التحلل فى الصخور القاعدية مع استثناء بعض الصخور فوق القاعدية :

(ب) تبطؤ عمليات التحلل عند ارتفاع نسبة السليكا والألومينا فى الصخر .

وتنقسم المعادن من حيث قابليتها للتأثر الكيميائى وسهولة تحللها إلى ثلاثة أقسام مبينة فى الجدول الآتى :

---

(١) تويتهوفل : بحث فى الترسيب ، ١٩٢٠ .

(٢) واطسون : صخور الجرانيت والنيس فى ولاية جورجيا ، تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية جورجيا ، ٩ — ١ ، ٣١٢ ، ٣٢٥ ، ٣٢٧ ، ١٩٠٢ .

معادن سهلة التحلل	معادن متوسطة التحلل	معادن صعبة التحلل
١ — معادن البيروكسين ، مثل معدن الأوجيت	١ — معـــدن البيوتيت أو الميكا السوداء	١ — معدن الكوارتز
٢ — معادن الأمفيبول ، مثل معدن الهورنبلند	٢ — معـادن الفلسباثويد أو أشباه الفلسبار مثل معدن اللوسيت ، بو$_{٢}$ ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٤ س ا$_{٢}$	٢ — معدن الموسكوفيت أو الميكا البيضاء
٣ — معدن الأوليفين، ٢ (ما ، ح) ا ، س ا$_{٢}$	٣ — معـادن البلاجيوكليز ، مثل معدنى الألبيت والأنورثيت	٣ — معدن الزركون
٤ — معدن البيريت : ح كب$_{٢}$	٤ — معادن الفلسبار القلوية ، مثل معدن الأورثوكليز	٤ — معدن الكورند : لو$_{٢}$ ا$_{٣}$
٥ — معدن الأباتيت: ٣ كا$_{٣}$(فو ا$_{٤}$)$_{٢}$ ، كا (كل ، فل)		٥ — معدن الكروميت : ح ا ، كر$_{٢}$ ا$_{٣}$
		٦ — معدن الإيلمانيت : ح ا ، تى ا$_{٢}$
		٧ — معدن الهيماتيت : ح$_{٢}$ ا$_{٣}$

(٣) تركيب مواد عوامل التحلل :

تتوقف عمليات تحلل الصخور النارية على نوع المواد الفعالة وكمياتها والظروف المحيطة بتلك العمليات من ضغط وحرارة . كذلك تؤثر نواتج التحلل ومدة بقائها فى وسط التفاعل فى دور عمليات التحلل بما تحدثه من استمرار العملية أو الحد منها ، وبما يحدث من تفاعلات ثانوية . وتتأثر المعادن عادة بعدة مواد وعوامل فى أثناء تحللها . ويتلخص فعل عوامل التحلل فى الآتى

ا — فعل الأكسيجين : يعمل أكسيجين الهواء أو الأكسيجين المذاب فى ماء التربة كمادة مؤكسدة فى عمليات التحلل الجوية . فتتأكد الصخور الألومينية الحديدية من فعل الماء المحتوى على الأكسيجين إلى معدن اللاتيريت ويعمل الأكسيجين والماء على تحلل معدن البيريتيت فى الصخور النارية الحامضة إلى معدن السيريسيت .

وتتأكسد البيريت إلى كبريتات الحدويدوز القابلة للذوبان فى الماء .

وتتأكسد أملاح الحديد من سيليكات وكربونات ناتجة من تحلل الصخور النارية فى أثناء انتقالها من وسط التحلل بالأكسيجين المذاب فى ماء التربة متحولة إلى معدن الليمونيت : ح$_٢$ ا$_٣$ ، ٣ يد$_٢$ ا ، أو إلى كوبونات الحديديك القاعدية خ$_٢$ (ك ا$_٣$)$_٣$ ، ح (ا يد)$_٣$ كذلك عندما تتحد بثانى أكسيد الكربون الجوى أو الذائب منه فى الماء بعد أكسدتها .

ب — المواد الكربونية : تعمل هذه المواد وغيرها من عوامل الاختزال على تحلل مركبات الحديد وترسيبها على هيئة معدن البيريت ، وتفرز الأحياء

أو بقاياها من نبات أو حيوان مواد الدبال التي تزيد من غروية الوسط ، كذلك تفرز أحماضاً عضوية تعمل على إذابة الصخور وتحللها .

جـ — فعل الماء : للماء تأثير مباشر في تحلل معادن الفلسبار إلى الكاولين ، فيحلل الماء تحت الضغط العالي وفي الحرارة الشديدة في جوف الأرض معدن الأوثوكليز إلى معدن السيريسيت . كذلك يعمل الماء مع ثاني أكسيد الكربون على تحلل الفلسبار تحللا جويا إلى الكاولين كما يتميأ الكاولين إلى حامض السيليسك وأيدروكسيد الألومنيوم .

د — فعل المحاليل : يعمل محلول ثاني أكسيد الكربون في الماء على تحلل الفلسبار إلى الكاولين . يذيب محلول الغاز الكربونات الناتجة من عمليات التحلل الأصلية محولا لها إلى بي كربونات سهلة الانتقال من وسط التفاعل مما يعمل على إستمرار العملية . كذلك يسهل أكسدة محاليل بي كربونات الحديدوز إلى مركبات الحديديك .

وتعمل المحاليل القلوية على حفظ الدقائق الغروية للسيليكا وبعض السيليكات وأيدروكسيد الألومنيوم الناتجة من عمليات التحلل الأصلية ، وذلك مما يسهل انتشارها وانتقالها من وسط التفاعل مما يعمل على استمرار عملية التحلل .

ويعمل محلول كبريتات الحديد على تكوين كبريتات الكالسيوم نتيجة التفاعل المزدوج بين محلول المواد الأولى ومحاليل الكالسيوم الذائبة . وليس لمحاليل أملاح القلويات تأثير رجعي على نواتج التحلل وإنما يلاحظ

أن أملاح الصوديوم أسرع فى تسربها وانتقالها من وسط التفاعل من أملاح البوتاسيوم التى تدمص أيوناتها الكبيرة الحجم على سطح جسيمات الكاولين وذلك يحد أو يوقف من عملية التحلل فى حالة وجود أيونات البوتاسيوم، بينما تستمر عمليات التحلل المنتجة لأيونات الصوديوم. وتفسر هذه الظاهرة سهولة وسرعة تحلل معادن الفلسبار الصوديومية عن البوتاسيومية منها.

(هـ) فعل المحاليل الغروية: تعمل محاليل نواتج التحلل الغروية على سريان وتنشيط عمليات التحلل، وذلك بفضل النواتج عن وسط التفاعل لتمكنها وهى فى حالة غروية سائلة من الانتقال إلى الأماكن المجاورة. ولو أن ذلك يستغرق آجالا طويلة، إلا أنه من العوامل التى تساعد على استمرار تحلل الصخور النارية. فى حين أن رسوب النواتج فى وسط التفاعل يوقف عن استمرار العملية. ويحدث الترسيب كما فى حالات تجلط الدقائق عند امتصاصها لشحنات مضادة لشحناتها من أيونات الأملاح الذائبة، أو فى حالة ادمصاص الكاولين لأيونات البوتاسيوم والألومنيوم. ويعمل حامض السيليسيك عند وجوده على إضعاف قلوية الوسط مما يسبب ترسيب الدقائق ويضعف أو يفقد خواص الكاولين الغروية.

(و) فعل المواد المتطايرة. يحدث عند تجمد مصهور معادن الصخور النارية المتداخلة فى صخور القشرة الأرضية فى أثناء اندفاعها نحو سطح الأرض أن ينبعث من الكتلة المتجمدة غازات وأبخرة كانت ذائبة فى المصهور قبل تجمده. وتنضم تلك المواد إلى غيرها عن موادالمصهورات الأخرى القريبة التى تكون قد تشبعت من الكتلة الأصلية داخل الشقوق والفواصل المجاورة،

فيزداد تركيز تلك المواد المتطايرة ، وينشط فعلها على معادن الكتلة المتجمدة القابلة للتحلل .

وتتكون المواد المتطايرة من الغازات الهالوجينية مثل الفلور والكلور وكذلك غاز كلوريد الأيدروجين ، وأبخرة البورات والماء وعناصر البور والفوسفور والكبريت وأبخرة الغازات وخاصة القلوية منها مثل الصوديوم والبوتاسيوم .

ويحدث التفاعل بين المواد المتطايرة والمعادن فى درجات حرارة عالية وتحت ضغوط شديدة لانحباس الغازات والأبخرة فى جوف الأرض . وتزيد تلك الظروف من مقدار التفاعل وحدته .

وتتفاعل المواد المتطايرة مع معادن الفلسبار الموجودة فى سدود وعروق البجمانيت المتشعبة على عمق كبير داخل القشرة الأرضية مكونة الكاولين مع معادن أخرى خاصة بهذا النوع من التفاعلات .

معادن المواد المتطايرة :

تتكون المعادن الآتية نتيجة لتفاعل المواد المتطايرة مع معادن الفلسبار المكونة للصخور المتجمدة من المصهورات الجوفية .

(١) الزمرد أو البيريل : ويتركب من سيليكات الألمنيوم والبريليوم مع نسبة صغيرة من فلز قلوى يحل محل جزء من البريليوم مع ماء متحد :
٣ج ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$: ٦ س ا$_{٢}$ [1] .

---

(١) ج رمز عنصر البريليوم .

(٢) التورماليين ، ويتركب من سيليكات معقدة للبور والألومنيوم مع الماغنسيوم أو الحديد فلزى قلوى . كذلك يحتوى المعدن على نسبة ضئيلة من الفلور .

(٣) الأباتيت : ويتركب من فوسفات فلوريد الكالسيوم .

(٤) الفلوريت : أو الفلورسبار : ويتركب من فلوريد الكالسيوم .

(٥) الاسكابوليت : وهو مخلوط غير متبلور من سيليكات الألومنيوم والكالسيوم والصوديوم مع قليل من عنصر الكلور : ٤ كا ا ، ٣ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٦ س ا$_{٢}$ مع ص$_{٤}$ لو$_{٣}$ س$_{٩}$ ا$_{٢٤}$ ، كل .

(٦) القيق أو الجارنت : ويتركب من سيليكات فلز ثنائى التكافؤ مثل الكالسيوم أو الماغنيسيوم أو الحديدوز أو المنجنيز مع سالميكات فلز ثلاثى التكافؤ مثل الألومنيوم أو الحديديك أو الكروم .

(٧) التوباز : ويتركب من سيليكات فلوريد الألومنيوم المائية : لو (فل ايد)$_{٢}$ س ا$_{٤}$.

(٨) الكوندروديت : ويتركب من سيليكات فلوريد الماغنيسيوم المائية : ما$_{٣}$ ما (فل ا يد)$_{٢}$ (س ا$_{٤}$)$_{٢}$.

(٩) الكاسيتيريت : ويتركب من أكسيد القصديريك ق ا$_{٢}$.

ويدل وجود بعض أو كل هـذه المعادن فى الطين على سابق تكوينه الجوفى .

نواتج التحلل :

تنقسم نواتج التحلل من حيث بقاؤها فى مكان التفاعل أو انتقالها إلى المناطق المجاورة إلى قسمين ، هما .

(أ) نواتج متبقية : وهى النواتج المستقرة فى مكان تحلل الصخر ، وتشمل:

(١) الكاولين :

(٢) المعادن صعبة التحلل والمقاومة لعوامل التفتت مثل الكوارتز وفتات الميكا البيضاء ومعادن الزركون والكورند وغيرها . وهذه تنفصل عن نواتج التحلل المتبقية ، فتبقى فى المعادن التى هى أقل من الكاولين مثل معظم المعادن صعبة التحلل فتغوص إلى أسفل .

(٣) نواتج تحلل ثانوية تنتج عن تحلل الكاولين إلى أكسيد أو تميئه إلى حامض السيليسيك وأيدروكسيد الألومنيوم وكذلك بعض السيليكات المائية البسيطة ، وتترسب هذه المواد بين الكاولين على هيئة نواتج نهائية من السيليكا والألومينا : ويسبب وجود هذه النواتج انخفاض شبه الكاولين ، أو تلاشيه تماماً من بين نواتج تحلل الصخور النارية ، كما فى حالة عملية تكوين معدن اللاتيريت .

وتسمى نواتج التحلل المتبقية فى الأماكن تحلل صخورها الأصلية بالكاولين أما إذا حدث وانتقلت تلك النواتج بفعل عوامل إنتقال من مياه أو رياح إلى مناطق أخرى بعد انتهاء عمليات تحلل صخورها ، فإنها تتعرض لتغيرات ميكانيكية تزيد من نعومتها أو إلى عمليات فرز هوائية أو مائية تفصل الخشن

منها من الناعم أو إلى تلوث بأخلاط أرضية ، كل ذلك يغير من خواصها ويكسبها تكويناً جديداً تسمى بعده بالطينات أو الطين الثانوى أو المنقول .

(ب) نواتج متنقلة : وهى نواتج تحلل الصخور النارية التى تنقل من وسط التفاعل فى أثناء عمليات التحلل ، وتشمل :

١ ـــ النواتج سهلة الذوبان أو الانتشار فى التربة والصخور المجاورة . وتتكون من أملاح القلويات وكربونات الكالسيوم والماغنيسيوم والحديد التى تذوب فى الماء المحتوى على ثانى أكسيد الكربون ، أو النواتج قليلة الذوبان فى الماء مثل أملاح الحديد وسيليكات البوتاسيوم وسيليكات الصوديوم ذات الغروية الجزئية ، ويستغرق ذوبان تلك المواد ، وبالتالى انتقالها فترات طويلة . والنواتج القابلة للذوبان فى الماء أملاح متأينة فى محاليلها التى تنتقل عن طريق الخاصة الشعرية خلال التربة والصخور المسامية المجاورة منفصلة عن وسط التحلل. ويلاحظ ، كما سبق ذكره ، أن أملاح الصوديوم أسرع فى الانتقال من أملاح البوتاسيوم .

ويحدث أن تتعرض أملاح الحديد الذائبة إلى عمليات تأكسد فى أثناء انتقالها وتتحولها إلى مركبات حديدية غير ذائبة تترسب فى الصخور المجاورة وتسبب تلوينها . كذلك تترسب كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم من محاليل بى كربوناتهما تحت ظروف مناسبة من التركيز مكونة مواد أسمنتية جيرية لأجزاء التربة والصخور المجاورة ، أو قد تتبلور هذه الكربونات

على هيئة معادن الكالسيت والأرجوانيت والماجنيزيت ، أو ترسب كصخر جيرى . كذلك تترسب الكربونات والكلوريدات القلوية من محاليلها بعد انتقالها تحت ظروف مناسبة من التركيز ، أو عند جفاف ماء محاليلها على هيئة كتل متبلورة .

(٢) مواد غروية غيرمتأينة تنتشر فى الماء على هيئة محاليل غروية ، وذلك مثل حامض السيليسيك الهلامى والسيليكات المائية الهلامية وأكسيد الحديديك المائى الغروى ، وتتسرب هذه الهلاميات الغروية إلى المناطق المجاورة بصعوبة وتستغرق فى ذلك آجالا طويلة . ويحدث أن تتميأ السيليكات نصف الغروية نتيجة تفاعل الماء معها أو اتحاد ثانى أكسيد الكربون بها فترسب منها السيليكا بين ثنايا التربة والصخور المجاورة محدثة تماسكا سيليسيا بين أجزائها .

متوسط تحليل الصخور النارية والأنواع العامة للصخور الراسبة الناتجـــة عنها [1]

الأكاسيد	الصخور النارية	الصخور الطينية الصفحية	الصخور الرملية	الصخور الجيرية
س ا٢	٥٩ر٨٣	٥٩ر٣٨	٧٨ر٦٦	٥ر١٩
لو٢ ا٣	١٤ر٩٨	١٥ر٤٧	٤ر٧٨	٠ر٨١
ح٢ ا٣	٢ر٦٥	٤ر٠٣	١ر٠٨	٠ر٥٤
ح ا	٣ر٤٦	٢ر٤٦	٠ر٣٠	
ما ا	٣ر٨١	٢ر٤٥	١ر١٧	٧ر٩٠
كا ا	٤ر٨٤	٣ر١٢	٥ر٥٢	٤٢ر٦١
ص٢ ا	٣ر٣٦	١ر٣١	٠ر٤٥	٠ر٠٥
بو٢ ا	٢ر٩٩	٣ر٢٥	١ر٣٢	٠ر٣٣
يد٢ ا [1]	١ر٤٢	٣ر٦٨	١ر٣٣ [2]	٠ر٥٦ [2]
تى ا٢	٠ر٧٨	٠ر٦٥	٠ر٢٥	٠ر٠٦
ك ا٢	٠ر٤٨	٢ر٦٤	٥ر٠٤	٤١ر٥٨
فو٢ ا٥	٠ر٢٩	٠ر١٧	٠ر٠٨	٠ر٠٤
كب + كب ا٣	٠ر١٠	٠ر٦٥	٠ر٠٧	٠ر١٤
با ا	٠ر١٠	٠ر٠٥	٠ر٠٥	—
من ا	٠ر١٠	آثار	آثار	٠ر٠٥
ك + مواد عضوية	—	٠ر٨١	—	—
المجموع	٩٩ر١٩	٩٩ر١٢	١٠٠ر١٠	٩٩ر٨٦

(١) المـاء الخارج فوق درجة حرارة ١١٠° م .

(٢) بما فى ذلك المواد العضوية والمتطايرة .

وقد قام كل من ليث وميد [1] بحساب متوسط تركيب الصخور الراسبة من نتائج تحليل كلارك السابقة على اعتبار وجودها بنسب ٨٢ر٣٥٪ صخور طينية، ١١ر٦٦٪ صخور رملية، ٦ر٠٧٪ صخور جيرية فى القشرة الأرضية. وقد وجدنا أنه عند استبعاد ما بها من كربون ومواد عضوية والزيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون ونسبة الماء ذات مصدر من الهواء الجوى واتحدت بنواتج تحلل الصخور النارية، وبعد توحيد نسب التركيب فى كل من النوعين من الصخور النارية والراسبة حصلنا على نتائج تكاد تكون متساوية فى نسب الأكاسيد المكونة لكل من النوعين من تلك الصخور، وذلك كما يتضح من الجدول الآتى . ويتبين من ذلك أن الصخور النارية هى الصخور الأصلية المكونة للقشرة الأرضية، وأن الصخور الراسبة ومن بينها الطين نواتج تحلل الصخور النارية .

الأكاسيد	الصخور النارية	الصخور الراسبة	الأكاسيد	الصخور النارية	الصخور الراسبة
س أ$_2$	٥٧ر٨٢	٥٩ر٨٣	ص$_2$ أ	٣ر٢٩	٣ر٣٦
لو$_2$ أ$_3$	١٤ر٤٥	١٤ر٩٨	بو$_2$ أ	٢ر٨٩	٢ر٩٩
ح$_2$ أ$_3$	٢ر٤٩	٢ر٦٥	يد$_2$ أ	١ر٤٢	١ر٤٢
ح أ	٣ر٣١	٣ر٤٦	تى أ$_2$	٠ر٧١	٠ر٧٨
ح	٤ر٣١	—	ك أ$_2$	٠ر٤٨	٠ر٤٨
ما أ	٣ر٧٤	٣ر٨١	فو$_2$ أ$_5$	٠ر٢٥	٠ر٤٨
كا أ	٤ر٦١	٣ر٩٤	كب أ$_2$	٠ر٢٧	٠ر١٠
			المجموع	١٠٠ر٠٢	١٠٠ر٠٨

(١) ليث وميد : الجيولوجيا المتحولة ، ٨٠ ، ١٩١٥ .

عمليات الكولنة :

الأصل فى عمليات الكولنة هو تحلل معادن الفلسبار إلى الكاولين [1] إلا أن الاصطلاح أصبح يشمل العمليات المنتجة للمادة . ويوجد نوعان من عمليات الكولنة ، هما :

(١) عمليات الكولنة الجوية :

وفيها تتحلل الصخور النارية فوق سطح الأرض بتأثير كل من عوامل التعرية وعوامل التحلل الكيميائى من ماء وثانى أكسيد الكربون .

وتجرى العملية فى درجات الحرارة العادية منتجة بطريق مباشر الكاولين مع نواتج التحلل الأخرى .

وتتحلل فى هذه العملية كل من الصخور الحامضة والقاعدية . ومن ظواهر هذه العملية تحلل معدن البيوتيت إلى معدن السيريسيت الذى يتحلل بدوره إلى الكاولين مع نواتج تحلل المعدن الأخرى .

وتقاوم معادن الموسكوفيت فى الصخور الحامضة والكوارتز والزركون عملية الكولنة الجوية ، وتبقى مع الكاولين وفتات من معدن الفلسبار الذى لم تلحقه عوامل التحلل . وقد تنفصل هذه المعادن عن الكاولين نتيجة تعرضها لعوامل النقل والتركيز .

وتنتقل نواتج تحلل العملية القابلة للذوبان كلها أو بعضها إلى المناطق

---

(١) هيوم جيولوجية مصر ٢ ، ٦٢٩ ، ١٩٣٥ .

المجاورة ، كذلك قد ينتقل الكاولين نفسه من مكان تكوينه بفعل عوامل النقل ليترسب فى أماكن أخرى متحولا إلى طينات . وتكوينات الكاولين أو الطينات الناتجة من عملية الكولنة الجوية تكوينات رسوبية متجانسة منتظمة .

ومن أمثلة تكوينات عملية الكولنة الجوية تكوينات كاولين جبال الآبالاشيان فى ولايات جورجيا وكارولينا وفرجينيا بالولايات المتحدة الأمريكية (١) ، وكذلك طبقات الكاولين الموجودة قرب سبوكين بولاية واشنطون (٢) .

عملية الكولنة الجوفية :

تحدث العملية فى أماكن جوفيــة تحت سطح الأرض بعيدة عن عوامل التحلل الجوية وعن عوامل النقل . ولا يصاحب هــذه العملية أى نوع من عوامل التعرية كالتى تحدث فى عمليات الكولنة الجوية والتى تسبب تفتيت الصخر مما يسهل فعل عوامل التحلل الكيميائية ، إلا أن التحلل فى هذه العمليات الجوفية يحدث تحت ظروف من الضغط الشديد ودرجات الحرارة العالية الظروف التى تعوض عدم تفتت الصخر والتى تعمل من ناحيتها على سرعة العملية . وعوامل تحلل الكولنة الجوفية هى المواد المتطايرة الفعالة .

---

(١) واتس: استخراج الكاولين من جبال الآبلاشيان الجنوبية ، تطورات جمية الخزف الأمريكية ١٤ ، ١٩٢٢ .

(٢) جوودسبيد تكوينات الكاولين فى فربمان بولاية واشنطون ، تقرير أبحاث مصلحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية ١٩٢٧ .

ولا توجد فرصة لنواتج العملية القابلة للذوبان لذوبانها ولا بانتقالها إلى المناطق المجاورة ، كذلك لا ينتقل الكاولين الناتج من مكان تكوينه بل يبقى على هيئة كتل متفرقة فى شقوق الصخر الأصلى أو على هيئة عروق وسدود متداخلة فى القشرة الأرضية مكان الصخر المتحلل . وتحاط كتل الكاولين الجوفى بالفلسبار وبقايا الصخر غير المتحلل . ويرجع السبب فى عدم تجانس وانتظام تأثير المواد المتطايرة المحللة فى جميع أجزاء الصخر المتحلل،وذلك لاحتمال تسرب بعض هذه المواد الفعالة من جانب إلى آخر خلال التشقق والكسر الحادث فى الصخر المتجمد من المصهور فى أثناء عملية التحلل .

وتحتوى الكاولينات الجوفية على معادن البيوتيت والسيريسيت مع معادن المواد المتطايرة وكمية من بقايا فلسبار غير متحلل . ومن أمثلة التكوينات الجوفية للكاولين تكوينات كورنوول بإنجلترا ، كما تدل الدراسات الأولية على أن كاولين سيناء ينتمى إلى الكاولينات الجوفية .

وقد تحدث عمليات شبيهة بعمليات الكولنة الجوفية من فعل المواد المتطايرة المتصاعدة من النافورات الحارة فى فلسبار صخور المنطقة ، وذلك كما فى تكوينات كاولين منطقتى كارلسباد وبوهيميا .

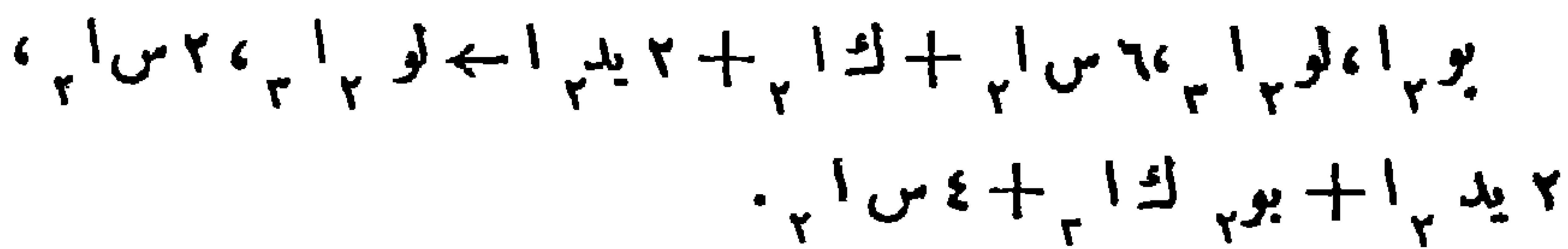
أمثلة لكولنة معادن الصخور النارية :

سنورد هنا أمثلة لعمليات كولنة معادن الصخور النارية القابلة للتحلل مع تفسير كل عملية بتفاعلات كيميائية مقترحة .

كولنة معدن الأورثوكليز :

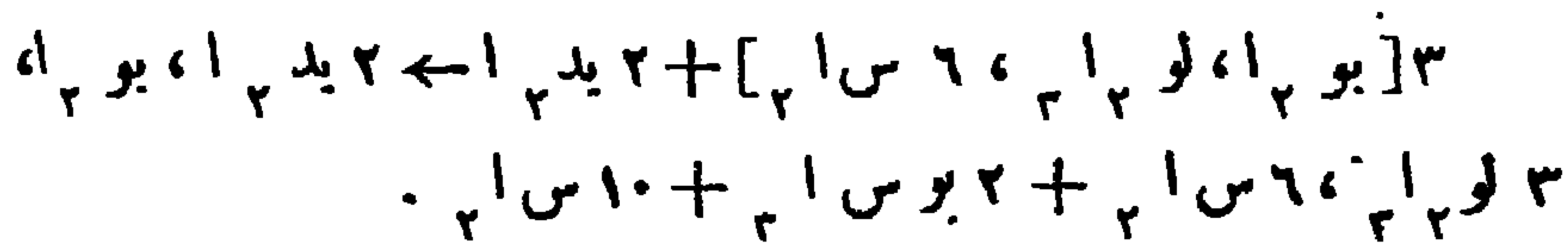
يتحلل المعدن تحللا جويا بفعل ثانى أكسيد الكربون والماء منتجا

الـكاولين وكربونات البوتاسيوم والسيليكا، وذلك فى تفاعل يمكن تمثيله كالآتى:



ومن حالات هذه العملية تحلل معدن الأورثوكليز فى صخر سدود شلال سمنا إلى الـكاولين (١) . وتحلل فلسيت جبل زرقات النعام وجبل مويلح فى الصحراء الشرقية الجنـوبية قرب أم ريت (٢) . وتحلل أورثوكليز صخر التراكيت من وادى الأمباعوط (٣) حيث تظهر غزارة تحلل المعـدن إلى الـكاولين .

ويتحلل الأورثوكليز تحللا جرفيا بتفاعل بخار المـاء معه تحت ضغط شديد وفى درجات حرارة عالية متحولا إلى معدن السيريسيت وسيليكات البوتاسيوم والسيليكا ، وذلك كما يمثله التفاعل الآتى (٤) :



ومعدن السيريسيت الناتج من هذا التحلل الجوفى ثابت لايتحلل بعد ذلك ليكون الـكاولين طوال وجوده بعيداً عن عوامل التحلل الجوية . ومن أمثلة هذه العملية تحلل فلسبار جرانيت جبل فريد بالصحراء الشرقية الجنوبية (٥) .

---

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٠٣ ، ١٩٣٥ .
(٢) هيوم : جولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٤ ، ١٩٣٥ .
(٣) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٩ ، ١٩٣٥ .
(٤) تيريل مبادئ البترولوجيا ، ٣٠٩ ، ١٩٣٨ .
(٥) هيوم جيولوجية مصر ، ٢ ، ٤٥٥ ، ١٩٣٥ .

كذلك يتحالل الفلسبار بفعل المواد المتطايرة تحالا جوفيا إلى الكاولين مباشرة[1] .

الخواص الحرارية المصاحبة لكولنة معدن الأورثوكليز:

ينصهر المعدن قرب درجة حرارة مخروط (٨) أى مايساوى نحو ١٢٠٠°م.

وينتج من التحلل الكاولين وكربونات البوتاسيوم والسيليكا ، ثم ينفصل جزء من أملاح البوتاسيوم الذائبة بتسربها من الكتلة المتحللة ، كما تنتشر السيليكا على هيئة حامض سيليسيك هلامى غير متبلور . ويحدث التحلل بالنسب النظرية الآتية :

يتكون الأورثوكليز من :			رواسب من :	
٦٤٫٧٪	س ا٢		١ر٤٣٪ س ا٢	كوارتز
١٨٫٤٪	لو٢ ا٣ ، + عوامل التحلل الجوية =		٦ر٢١٪ س ا٢	كاولين
١٦٫٩٪	بو٢ ا .		١٨٫٤٪ لو٢ ا٣	كاولين
١٠٠٫٠			١٦٫٥٪ يد٢ ا	كاولين
			٩٩٫٦	

أما كربونات البوتاسيوم أحد نواتج العملية فتتسرب من بين النواتج لقابلية ذوبانها كما ذكر . وتتكون بعد تنقية الرواسب السابقة مادة الكاولين أو الطين الصينى المركب من :

---

(١) ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة ، ٦٨٨ ، ١٩٣٩ .

٤٦٫٥ ٪ س ا ٢ ،

٣٩٫٥ ٪ لو ٢ ا ٣ ،

١٤٫٠ ٪ يد ٢ ا .

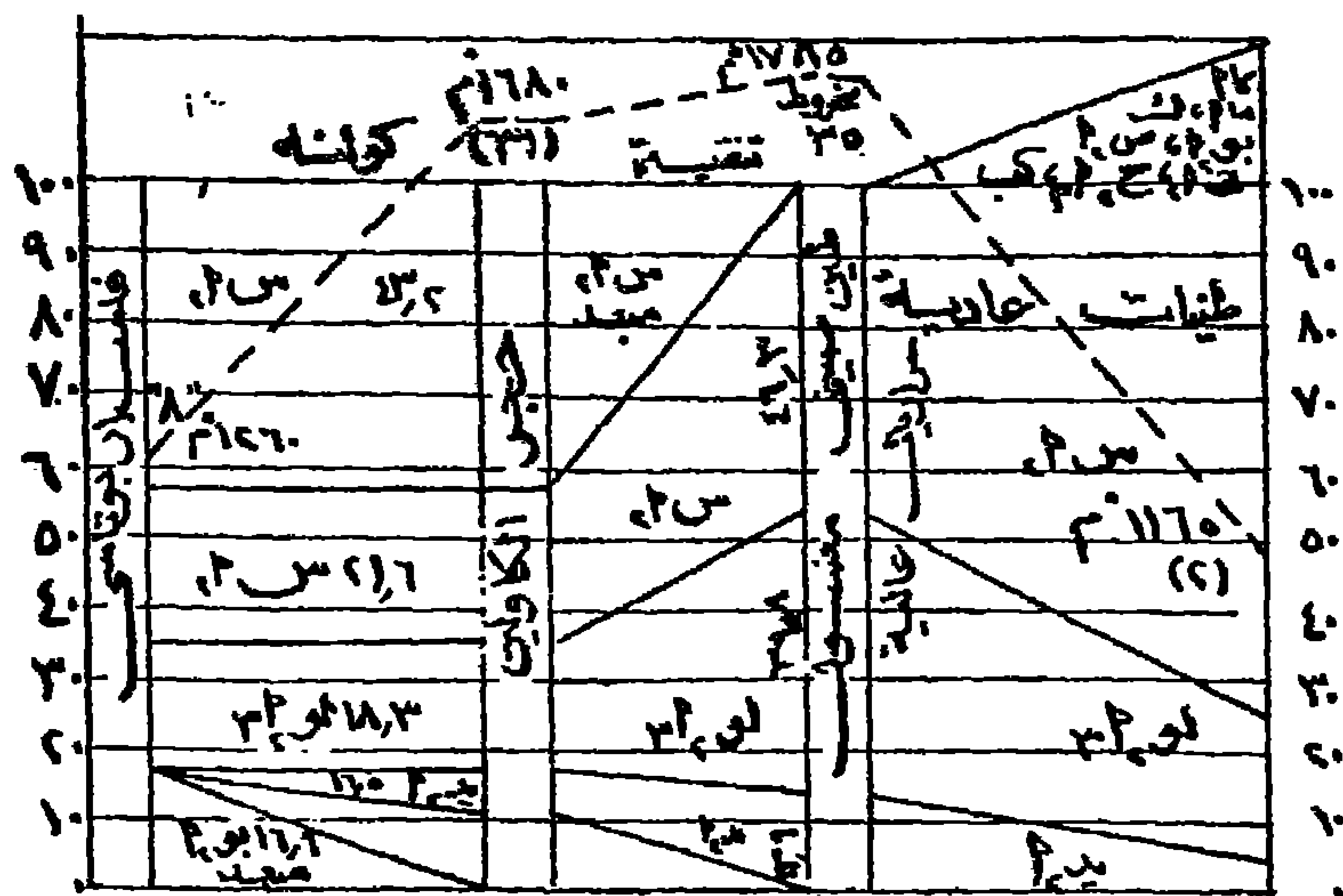
١٠٠٫٠

وترتفع درجة انصهار الطين كلما انفصل القلوى عنه حتى تبلغ أعلى درجة انصهار له عند درجة حرارة مخروط (٣١) أى ما يساوى ١٦٨٠° م . وذلك مع بقاء الكوارتز فيه .

ثم ترتفع درجة انصهار الطين مرة أخرى بعد فصل الكوارتز عنه فى عملية التنقية إلى درجة حرارة مخروط (٣٥) أى ما يساوى ١٧٨٥° م . وذلك حسب التقديرات النظرية .

وعلى العكس من ذلك ، تنخفض درجة انصهار الطين عند خلطه بأحد مساعدات الصهر مثل الجير ، الماغنيسيا ، الحديد أو القلويات إلى درجة حرارة مخروط٢ أى ما يساوى ١١٦٥° م .

ويمثل الشكل رقم (٤) الخطوط البيانية لعمليات تحلل فلسبار بوتاسيومى إلى الكاولين وتأثير عمليات الغسيل والتنقية على درجات انصهار نواتج التحلل ويتضح من الشكل نسب مكونات نواتج التحلل. ويبين الجزء الأيسر من الشكل نسب مكونات الطين الصينى التجارى المغسول للنقى . ولا يستدل من الشكل أن الطينات غير النقية تنتج جميعها من أخلاط الكاولين النقى بعد تكوينه بشوائب أرضية خارجية ، فقد تكون الأخيرة بعض نواتج التحلل نفسه .



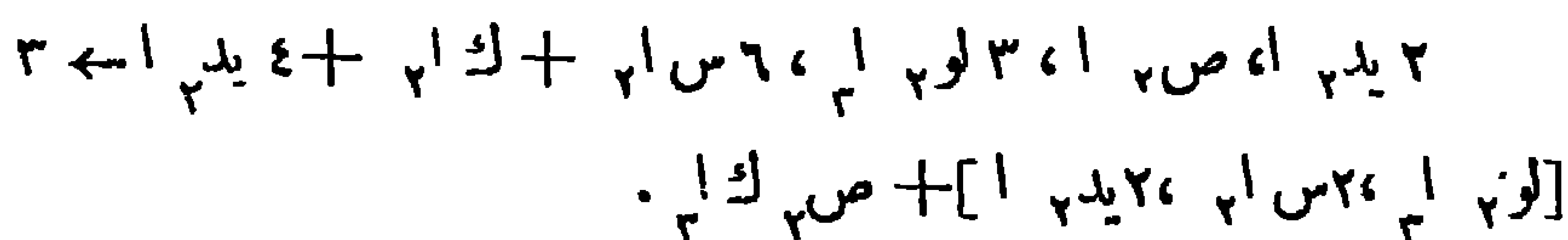
(شكل رقم ٤)
كولنة الفلسبار البوتاسيومى والخواص الحرارية لنواتج العملية

كولنة معادن البلاجيوكليز :

يتحلل كل من معدنى الألبيت والأنورثيت تحللا جويا بفعل المـــاء وثانى أكسيد الكربون إلى الكاولين وكربونات الصوديوم أو كربونات الكالسيوم والسيليكا، وذلك فى تفاعل يشبه تفاعل كولنة معدن الأورثوكليز السابق مع زيادة فى سرعة التحلل لسرعة انتقال الأملاح الذائبة من وسط التفاعل، ومن أمثلة تحلل معادن البلاجيوكليز تحلـــل ألبيت صخر بازلت منطقة الشلال بأسوان[1] وتحلل صخر فلسيت الشلال بأسوان وصخر بورفير السيانيت بالمنطقة[2] وتحلل فلسبار صخر الديوريت من « تل لايا » قرب خور موسى باشا جنوب وادى حلفا[3]، وتحلل فلسبار جرانيت « جبل دوش» جنوب

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١١ ، ١٩٣٥ .
(٢) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٠٨ ، ١٩٣٥ .
(٣) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣٠٩ ، ١٩٣٥ .

غرب سكة الجمل بمنطقة أسوان[1] ، وتحلل بلاجيوكليز بورفير الديوريت من « أم عليجة » قرب جبل « أبو دهر » فى الصحراء الشرقية الجنوبية ، وتحلل صخر من جبل « أم حشيبب »[2] وتتحلل معادن البلاجيوكليز تحللا جوفياً منتجة معدن الباراجونيت، وهو من الميكا الصوديومية يقابل معدن السيريسيت وذلك مع سيلكات الصوديوم والسيليكا فى تفاعل يشبه ما اقترح لتفاعل تحلل معدن الأورثوكليز عند تحلله جوفيا . إلا أن معدن الباراجونيت الناتج أسهل تحللا وذوبانا من معدن السيريسيت، إذ يتحلل عند تفاعله مع الماء وثانى أكسيد الكربون إلى نواتج من الكاولين وكربونات الصوديوم ، وذلك كما فى التفاعل الآتى :


٢ يد٢ ا ، ص٢ ا ، ٣ لو٢ ا٣ ، ٦ س ا٢ + ك ا٢ + ٤ يد٢ ا ← ٣ [لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا] + ص٢ ك ا٣ .

كولنة معدن الأوليجوكليز :

يتحلل المعدن بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون إلى كربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم مع معدن فلسبارى ، وتنتهى العملية بتحلل الفلسبار إلى الكاولين ومواد قابلة للذوبان .

كولنة معدن البيوتيت :

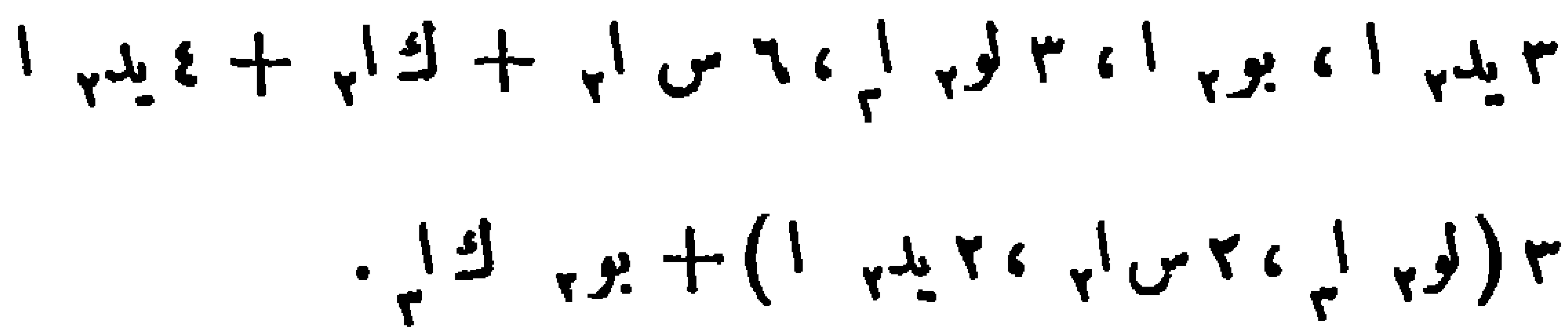
يوجد البيوتيت أو الميكا السوداء فى بعض أنواع صخر الجرانيت قاتمة اللون ، كما يوجد بين مكونات الصخور المتوسطة والقاعدية . ويتحلل المعدن

---

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣٤٥ ، ١٩٣٥ .
(٢) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٢٠ ، ١٩٣٥ .

إلى الكاولين مع نواتج أخرى تختلف باختلاف حموضة الصخر المتحلل المحتوى على المعدن . ولا يتحلل البيوتيت تحللا جوفياً .

ويتحلل بيوتيت الجرانيت وغيره من الصخور الحامضة بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون وأكسيجين الهواء إلى معدن السيريسيت مع نواتج أخرى من كربونات البوتاسيوم وبى كربونات الماغنيسيوم ومعدن السيدريت (كربونات الحديدوز) والليمونيت والسيليكا . ويمثل التفاعل الآتى عمليات تحلل بيوتيت الصخور النارية الحامضة :


٣ يد٢ ا ، بو٢ ا ، ٣ لو٢ ا٣ ، ٦ س ا٢ + ك ا٢ + ٤ يد٢ ا

٣ (لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا) + بو٢ ك ا٣ .

ومن أمثلة تحلل معدن البيوتيت تحلله فى جرانيت « جبل رافت » قرب وادى « قنيدية [1] » حيث يظهر فيه تحلل البيوتيت إلى كاولين مختلط بالليمونيت . كما يتضح من دراسة عينة ديوريت « جبل أبو حضيض [2] » تحلل معدن السيريسيت الناتجة من تحلل بيوتيت الصخر إلى الكاولين .

وتتغير نواتج بيوتيت الصخور القاعدية والمتوسطة المنخفضة فى نسبة السيليكا الغنية بالمكونات الحديدية والماغنيسيومية إلى معادن الكلوريت والماجنيزيت بجانب معدن السيريسيت الناتج الرئيسى من تحلل البيوتيت .

---

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣١٦ ، ١٩٣٥ .

(٢) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٢١ ، ١٩٣٥ .

ومن أمثلة تحلل معدن البيوتيت فى هذه الصخور تحلل بيوتيت صخر الديوريت الميكائى فى « جبل أبو حجيلج[1] » فى الصحراء الشرقية الجنوبية حيث يظهر تكون الكاولين مع معادن الكلوريت والإبيدوت والسربنتين والليمونيت.

نواتج تحلل صخر الجرانيت[2] :

يتحلل صخر الجرانيت تحللا جويا إلى النواتج الآتية :

١ — لا يتحلل الكوارتز ، وإنما يتحول إلى حبات من الرمل .

٢ — يتحلل الأورثوكليز وغيره من معادن الفلسبار إلى :

(ا) سيليكات الألومنيوم المائية ،مادة الطين .

(ب) مركبات ذائبة من الأملاح القلوية .

(ج) سيليكات ذائبة .

٣ — يتحلل البيوتيت إلى :

(ا) سيليكات الألومنيوم المائية المكونة للطين .

(ب) أملاح قلوية وقلوى أرضية ذائبة .

(ج) ليمونيت وهياتيت وكربونات حديدوز ، وتتأكسد الأخيرة بأكسيجين الهواء إلى الأكسيدين الأولين .

٤ — لاتتحلل الموسكوفيت وإنما تبقى على هيئة رقائق لامعة فى الطين .

---

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٩ ، ١٩٣٥ .

(٢) تيريل : مبادئ البترولوجيا ، ١٧٣ — ١٧٤ ، ١٩٣٨ .

٥ — لا يتحلل معدن الزركون ويتبقى فى الطين على هيئة بلورات أو حبات .

٦ — يتحلل معدن الأباتيت إلى مواد ذائبة تنتقل مع غيرها من مواد قابلة للذوبان إلى المناطق المجاورة .

ويتحلل الجرانيت تحللا جوفياً إلى كاولين مع مجموعة معادن أقلية من نواتج تفاعل المواد المتطايرة الجوفية . ويتبقى البيوتيت دون تحلل ، وذلك مع بقايا فلسبار لم يتحلل .

ويبين الجدول الآتى[1] نتائج تحليل صخر من جرانيت قبل[2] وبعد تحلله . كذلك يتضمن الجدول نتائج تحليل صخور بركانية قبل[3] وبعد تحللها . وتوضح بيانات نتائج التحاليل مقادير كل من الزيادة والنقص فى الأكاسيد المكونة للصخور بعد تحللها :

---

(١) بكمان : العمليات الكيميائية والطبيعية المحيطة بتكوين الكاولينات ، تطورات جمعية الجزف الأمريكية ، ١٣ ، ٣٤٦ ، ١٩١١ . كوشمان : تحلل الصخور وتكوين الطين، ٨ ، ١٨٠ ، ١٩٠٦ .

(٢) عينات من جرانيت ولاية جورجيا .

(٣) عينات من الصخور البركانية بجزيرة هاواى .

الأكاسيد	جرانيت قبل التحلل	جرانيت بعد التحلل	الزيادة أو النقص ٪	صخور بركانية قبل التحلل	صخور بركانية بعد التحلل	الزيادة أو النقص ٪
س ا٢	٦٨ر٧٥	٣٨ر٥٠	—٢٥ر٣٠	٥٢ر٤٥	٥ر٨٢	—٧٣ر٤٦
لو٢ ا٣	١٧ر٥٩	١٧ر٥٩	—	١١ر٤٩	١١ر٤٩	—
ح٢ ا٣	١ر٤٠	١ر٢٩	—١١ر٠	٣ر٦٦	٤ر٣٠	+٦٤ر٠
ح ا	—	—	—	٦ر٩٠	٠ر٩١	—٩٩ر٥
ما ا	٠ر٦٤	٠ر١١	—٥٣ر٠	٥ر٨١	٠ر٠٦	—٧٥ر٥
كا ا	٣ر٢٥	٠ر٥١	—٧٤ر٢	١٠ر٣٢	٠ر١٠	—٢٢ر١٠
ص٢ ا	٤ر٥٤	١ر٢٩	—٢٥ر٣	٢ر٤٤	٠ر٠٨	—٣٦ر٢
بو٢ ا	٣ر٢٧	١ر٦٣	—٦٤ر١	٠ر٨٩	٠ر٠٧	—٨٢ر٠
يد٢ ا	٠ر٥٦	٦ر٥٩	+٠٣ر٦	١ر٠٢	٤ر٨٧	+٧٩ر٣
من٢ ا٣	—	—	—	٠ر٣٦	٠ر٠٥	—٣١ر٠
كب ا٢	—	—	—	٠ر٢٠	٠ر٢٢	+٠٢ر٠
فو٢ ا٥	—	—	—	٠ر٣٨	٠ر٠٧	—٣١ر٠
تى ا٢	—	—	—	٤ر٠٧	١ر٣٦	—٧١ر٢

تحلل معادن الصخور القاعدية :

تتحلل معادن الصخور القاعدية تحللا أسرع وأسهل من تحلل معادن الصخور الحامضة . وتتركب نواتج تحلل هذه الصخور من سيليكات ألومنيوم مائية بنسب مختلفة فى أكاسيدها عن نسب تلك الأكاسيد فى نواتج تحلل الصخور النارية الحامضة ، وقد أطلق على هذه المعادن معادن أشباه الطين . ويسمى الطين الناتج باسم الصخر المتحلل عنه . ومن أمثلة نواتج تحلل الصخور النارية القاعدية الطينة البازلتية الناتجة من تحلل صخر بازلتى « دولوريت » فى « نيبانوك » بمنطقة الشلال الثانى بوادى حلفا [1].

ويتحلل كل من معدنى الموسكوفيت والسيريسيت عند وجودها فى صخور نارية قاعدية إلى مواد طينية، وذلك بخلاف ثباتهما ومقاومتهما لعوامل التحلل عند وجودهما بين مكونات الصخور النارية الحامضة . ويبين جدول كلارك مركبات سيليكات الألومنيوم المائية معادن أشباه الطين الناتجة عن تحلل الصخور النارية القاعدية .

تحلل معادن البيروكسين والأمفيبول :

تتحلل معادن المجموعتين تحللا غير كاولينى إلى معادن الكلوريت والسربنتين والطلق بفعل الماء .

تحلل معدن الأوليفين :

يتحلل المعدن بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون إلى معدنى السربنتين

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣١٦ ، ١٩٣٥ .

والماجنيزيت، ومن بين نواتج تحالل المعدن شوائب من مركبات الحديدوز، وقلما يوجد بين النواتج قليل من السيليكا .

عمليـة اللترنة :

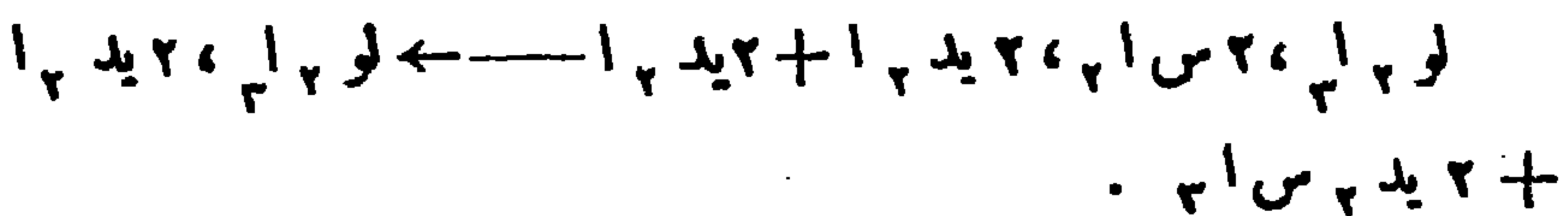
وهى عملية تكوين معدن اللاتيريت . ويتكون المعدن من مخلوط من أكسيد الألومنيوم المائى مع نسب مختلفة من أكسيد الحديديك المائى ، ويغلب وجود ثانى أكسيد المنجنيز والتيتانيا والسيليكا بين نواتج التحالل . وتتكون النواتج إما من تحالل الكاولين وإما من تحالل الصخور النارية المحتوية على معادن سيليكات الألومنيوم مثل صخور السيانيت . وعوامل التحلل فى العملية هى الماء الغزير والحرارة العالية عند وجود الصخر المتحالل تحت طبقات سميكة من التربة والمزروعات . وتحدث عمليات اللترنة فى الأقاليم الاستوائية والمدارية التى تتوافر فيها العوامل السابقة .

وذلك كما هو الحال فى تكوين رواسب اللاتيريت فى جزيرة سيشل وفى ولايتى أركنساس وميسورى بأمريكا، وفى غينيا البريطانية وجزيرة مدغشقر. كذلك توجد تكاوين من اللاتيريت فى أيرلندة .

وتتركز فى عملية اللترنة الألومينا المائية على هيئة خامات من الجيبسيت :

لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٣ يد$_{٢}$ ا ، والبوكسيت : لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا ، والدياسبور :

لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، يد$_{٢}$ ا ، مع انفصال حامض الميتاسيليسيك عن وسط التفاعل ، وذلك فى تفاعل كالآتى :



لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا + ٢ يد$_{٢}$ ا ←—— لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا + ٢ يد$_{٢}$ س ا$_{٣}$.

وذلك كما حدث فى مقاطعة « لى بوا » فى فرنسا والتى اشتق منها اسم خام البوا كسيت المشهور .

ويبين الجدول الآتى نواتج تسلسل عملية اللترنة من تحلل صخر السيانيت النارى وتكوين البوا كسيت من الكاولين [1] :

الأكاسيد	نيفليت سيانيت (٢) قبل التحلل	نيفليت سيانيت (٢) بعد التحلل	كاولين	بوا كسيت
س ا ٢	٥٨ر٠٠	٥٢ر٦٤	٣٩ر٨٠	١٠ر٦٤
لو ٢ ا ٣	٢٧ر١٠	٢٩ر٥٦	٣٧ر٧٤	٥٧ر٤٨
ح ٢ ا ٣	١ر٨٦	١ر٠٦	١ر٦٠	٢ر٥٦
ح ا	٣ر٣٠	٠ر٨٠	٠ر١٠	٠ر٢٠
ما ا	٠ر٢٥	—	—	—
كا ا	١ر٦٢	—	—	—
ص ٢ ا	٦ر٧٠	٤ر٤٦	—	—
بو ٢ ا	٠ر٢٥	٠ر٤٤	—	—
تى ا ٢	٠ر٤٠	١ر٢٠	٣ر٣٠	١ر٢٠
يد ٢ ا	١ر٢٢	٩ر٠٠	١٧ر٠٠	٢٨ر٣٦
المجموع	١٠٠ر٧٠	٩٩ر١٦	٩٩ر٥٤	١٠٠ر٤٤

(١) ليثوميد : الجيولوجيا المتحولة ، ٣٠ ، ١٩١٥ .

(٢) العينات من ولاية أركنساس .

الباب الثالث

تقسيم الطين وأنواعه

أول من وضع الأسس الصحيحة لتقسيم الطين هو الأستاذ « إدوارد أورتون[1] » وذلك حسب بقائه فى مكان تحلل صخوره الأصلية أو انتقاله إلى أماكن أخرى . ولو أن ذلك التقسيم يفرق بين الطين المتبقى والطين المنقول وما يتبع ذلك من خواص طبيعية وميكانيكية، إلا أنه لم يدخل فى الاعتبار عاملى أصل تكوين الطين وتركيبه الكيميائى ، مما ترتب عليه أن ضمن أورتون القسم الأول من الطين المتبقى أنواعاً من الصخور لم يتم كولنتها وما زالت تحتوى على نسب عالية من الفلسبار ومعادن الصخر الأصلى، وهى لا تشترك مع نوع الطين المتبقى إلا فى ناحية عدم انتقالها وتختلف عنه فيما عدا ذلك ، كذلك ضمن أورتون هذا القسم مواد أشباه الطين المختلفة عن الطين المتبقى فى كل من أصل التكوين والتركيب الكيميائى، فضلا عن أن الكثير منها منقول من مكان تحلل صخوره الأصلية، الأمر الذى يتنافى مع أسس التقسيم المتبع . لذلك

---

(١) خريطة تقسيم الرواسب الطينية وعلاقتها بعضها بالبعض ، إدوارد أورتون « الصغير » أستاذ قسم الخزف بجامعة أوهيو بأمريكا .

وجدنا عند تقسيم الطين أن نأخذ في الاعتبار عاملي أصل التكوين والتركيب الكيميائي مع عامل الانتقال أو التبقى حتى يجمع أنواع كل قسم صفات مشتركة موحدة ، وترتب على ذلك فصل الصخور ذات الكولنة الجزئية في قسم خاص بها ، وكذلك أشباه الطين في قسم آخر مستقل بها ، وأصبحت أقسام الطين الرئيسية هي :

(١) الصخور ذات الكولنة الجزئية .

(٢) الكاولينت [1] ، وقد كانت تسمى بالطين الأولى أو الطين المتبقى .

(٣) الطينات ، وهى المواد ذات الخاصة الطينية ، وكانت تسمى بالطين الثانوى أو المنقول .

(٤) أشباه الطين .

الصخور ذات الكولنة الجزئية :

وهى نواتج تحلل غير كامل لصخور نارية حامضة ، توجد على هيئة هشيم ناعم أو خشن الفتات في مكان تكوينها محتفظة بكثير من صفات صخرها الأصلى .

وتحتوى هذه المواد على نسبة عالية من الأملاح القلوية مع انخفاض نسبة الماء المرتبط بها ، كما تحتوى على كميات كبيرة من فتات معادن الصخر الأصلى من فلسبار وكوارتز .

---

(١) استعمل « إيرنست روزنتال » مصطلح الكاولين للدلالة على ما كان يطلق عليه اسم الطين الأولى . وذلك كما جاء في كتابه « الفخار والخزف » ص ١٧ ، ١٩٥٤ . ومصطلح الكاولين أدق وأوفق في تحديد المعنى كما سيتبين من دراستنا لمواد القسم .

وبنية هذه المواد زجاجية هشة سهلة الطحن ، عديمة اللازبية أو ما زالت في مرحلة اكتسابها . وهي مواد ذات لون فاتح بعد حريقها ، ولها خواص حرارية متوسطة أو منخفضة تبعاً لنسبة ما بها من قلويات .

وتحتوى هذه الصخور على نسب متفاوتة من الكاولين يمكن استخلاصه منها إذا كانت نسبته فيها مجزية ، وذلك بفرزه عنها بإحدى طرق الغسيل أو التنقية .

وأكثر ما تستعمل فيه هذه المواد فى صناعة المنتجات الخزفية البيضاء . وفى إنتاج مواد البناء الخزفية ، على أن الاستعمال الرئيسى لها هو كساعدات صهر فى خلطات عجائن الطين وخاصة فى الأنواع المنخفضة فى نسبة الكاولين .

وتوجد تكوينات هذه الصخور منتشرة فى مناطق كثيرة حيث تتعرض الصخور النارية الحامضة فى المنطقة لعوامل التفتت الميكانيكى والتأثير الجزئى للماء والهواء ، كذلك توجد فى الصخور كنواتج تحلل جوفى غير كامل للصخور النارية الحامضة . وتوجد هذه الصخور بكثرة فى صحراوات الجمهورية حيث تكسو سلاسل الجبال الجرانيتية على هيئة جرانيت متحلل . كما توجد فى إقليم كورنوول فى إنجلترا نتيجة تحلل فلسبار صخر الجرانيت تحللا جزئياً . كذلك توجد فى ولاية جورجيا نتيجة للتحلل الجزئى لفلسبار صخر الريوليت ، ويوجد منها فى تايلور فى ولاية واشنطون ، ويستعمل الأمريكيون الصخر فى صناعة طوب الوجهات الفاتح اللون . ومن أشهر أنواع هذه الصخور كثيرة الاستعمال فى الصناعات الخزفية حجر الكورنيش من كورنوول واسبار أكسفورد واسبار بكنجام واسبار جوود فراى من إنجلترا والحجر اليابانى من

اليابان . وقد سبق الكلام عنها فى موضوع الصخور الفلسبارية فى الباب الأول من الكتاب .

الكاولينات :

الكاولينات هى نواتج التحلل النهائية لعمليات كولنة معادن فلسبار الصخور النارية الحامضة ، والمتبقية فى مكان تكوينها على هيئة رسوبيات غير منتظمة من الطين .

وتنعدم أو تكاد تنعدم القلويات فى الكاولينات ، كما أنها تكاد تكون خالية من الشوائب فيما عدا القليل من حبات الكوارتز وآثار من فلسبار قاوم فعل التحلل ، كما تحتوى على الضئيل من بعض فتات من رقائق الميكا البيضاء ، وقلما تحتوى الكاولينات على الحديد الذى يكون عند وجوده كآثار فقط . كما قد تحتوى بعض الكاولينات على حبات أو بلورات من الزركون والروتين أو معادن المواد المتطايرة فى الكاولينات المتحللة جوفيا .

والكاولينات مواد بيضاء أو مصفرة ، خشنة الجسيمات نسبيا ، منخفضة اللازبية ذات قابلية تشكيل ضعيفة . وللكاولينات خواص حرارية عالية ، فهى صعبة الانصهار إذ تتراوح درجات انصهارها بين ١٤٠٠ ــ ١٨٥٠ °م وهى على ذلك لا تنصهر فى لهب البورى . وللكاولينات معامل انكماش حرارى صغير جداً يبلغ ٠٠٠٠٣١٦ر. من المليمتر . ويعطى الكاولين لونا أبيض بعد حريقه، ويفقد ماء ارتباطه دون أن يتغير تركيبه الكيميائى . وتقاوم الكاولينات فعل الكيماويات . وأهم أنواع الكاولينات هى :

حجر الكاولين :

وهو الكاولين العادى ، ويتكون من مادة رخوة بيضاء أو مصفرة ، سهلة التفتت يتكون من مادة ثنائى سيليكات الألومنيوم المائية على هيئة الكاولين المتبلور وغير المتبلور مع الشوائب العادية التى توجد مختلطة بالكاولينات عادة والتى سبق ذكرها .

ولازبية الكاولين منخفضة . وهو ذو ملمس دهنى ضعيف ، له رائحة طينية عند عجنه بالماء . وللكاولين خواص حرارية عالية فهو ينصهر فى درجة حرارة مخروط (٣٤) أى ما يساوى ١٧٦٠ °م . وتنصهر الأنواع النقية منه فى درجة حرارة مخروط (٣٥) أى مايساوى ١٧٨٠ °م . وينصهر الكاولين إلى مائع منخفض اللزوجة . ويقاوم فعل الأحماض والقلويات ولايتغير تركيبه عند تسخينه إلى درجة حرارة ٨٥٠ °م التى عندها يبدأ فى التحول إلى معدن المولليت. ولا يذوب الكاولين فى الماء ولكنه يرتبط جزيئه بجزىء من الماء ارتباطا ميكانيكياً مكونا مادة لازبة ، وهو فى ذلك أقل أنواع الطين فى قابليته للارتباط بالماء وأقلها لازبية .

وتختلف مكونات الكاولين الإضافية، وكذلك نتائج تحليله الكيميائى.

وليس للتركيب الكيميائى أهمية تذكر كأهمية الخواص الميكانيكية والطبيعية الأخرى من وجهة صناعة الخزف التى تهتم بنوع ومقدار الشوائب الضارة التى قد توجد فيه .

وتوجد تكوينات الكاولين فى مناطق أشهرها بلاد الصين [1] وإنجلترا، وأشهر مناجمه فى أوربا ما يوجد قرب « تستلتز » بتشيكوسلوفاكيا حيث يعرف بالكاولين البوهيمى وهو أنقى أنواع الكاولين فى العالم وأشدها لازبية وأنصعها بياضا بعد الحريق، وتكتسب مشغولاته متانة وصلادة عند التجفيف وبعد التسوية . كما توجد رواسب الكاولين فى فرنسا قرب «ليموج» وكاولينها على درجة كبيرة من النقاء والجودة ، كذلك يوجد الكاولين فى مقاطعة « بريتانى » . وفى منطقة الجبال الجرانيتية « بالبيرنيز » بفرنسا . ويوجد فى ألمانيا الشرقية النوع المعروف باسم « ساكسون » فى إقليم « ساكسونيا » ويناسب هذا الكاولين صناعة أجود أنواع الصينى ، كذلك يوجد قرب «ميسين» و«هوليه» ولكل نوع من الكاولينات السابقة منتجاته المعروفة باسم منطقته ، وتمتلك روسيا رواسب كبيرة من الكاولين الصالح للصناعة وخاصة فى جمهورية أوكرانيا . وتوجد رواسب من الكاولين الجيد النقى فى الولايات المتحدة الأمريكية فى ولايات « كاولينا الشمالية و « وجورجيا » و « واشنطون » و « ألاباما » وشمال غرب « ايداهو » . ويوجد الكاولين فى شبه جزيرة سيناء فى وادى بدعة ووادى بودرة ووادى نتشى ووادى عجاج وقرب أبو زنيمة وفى موارع القدر وجبل سبع سلامة — ومن أنواعه كاولين السباع بالنسبة إلى مكتشفه . ويحتوى الكاولين بسيناء على تيتانيا على هيئة معدن الإيلمانيت منفردة ، وهذه تسبب قتامة لون مشغولاته .

---

(١) يبدو أن اشتقاق الاسم « كاولين » يرجع الى اسم جبل فى بلاد الصين « يسمى (كاو — لنج) أى الجرف المرتفع، ويقع قريبا من « جاو — كاو — فو » ويعتقد أنه أول مكان وجدت فيه المادة .

والكاولين من النوع الجيد فى كثير من مناطقه ، وتحتاج الأنواع التى هى أقل جودة إلى عمليات تنقية وسحق رطب لفصل الخشن منه وتنعيمه ، ويحتوى كاولين سيناء على نسب متفاوتة من الحديد ، وهو يوجد على هيئة عروق فى أماكن مختلفة من شبه الجزيرة .

ويستعمل الكاولين فى صناعة البورسيلان والمنتجات الخزفية البيضاء وفى صناعة التربيعات والأدوات الصحية ، كما يصلح الكاولين فى صناعة الحراريات التى تسخن إلى درجة حرارة مخروط (٣٤) أى ما يساوى ١٧٦٠° م . ويستعمل الكاولين فى غير المنتجات الخزفية فى ملء الأوراق وفى موسعات الدهان .

الطين الصينى :

أو الكاولين الإنجليزى ، وهو الاسم التجارى للكاولين المجهز من حجر كورنوول ، وكان يستورد فى أول أمره من بلاد الصين . ويمكن تجهيز الطين الصينى من أى كاولين طبيعى آخر .

والطين الصينى مسحوق أبيض غير متبلور شديد النعومة ، وهو فى جملته يشبه الكاولين فى صفاته ويمتاز عنه بالنقاء وارتفاع درجة الانصهار فقط .

ويستعمل الطين الصينى فى الأغراض التى يستعمل فيها الكاولين .

الكاولين السيليسى :

وهو كاولين يحتوى على نسبة عالية من السيليكا المنفردة (كوارتز) قد تصل إلى ٣٠ ٪ أو أكثر ، وتوجد السيليكا فيه على هيئة مسحوق شديد

النعومة يصعب فصلها فى عمليات التنقية . والكاولين السيليسى أقل جودة ولازبية وخواص حرارية من الكاولين، وله بنية حبيبية، ومن أنواعه المستخدمة فى صناعة الطوب الحرارى ما يتكون من :

٧٥ر٧ ٪ سيليكا	١٤ر٠ ٪ جير
٢٠ر٢ ٪ ألومينا	١٣ر٠ ٪ ماغنيسيا
٠ر١٪ أكسيد حديديك	٧٦ر١ ٪ بوتاسا
	٨٢ر٠ ٪ صودا

وينصهر فى درجة حرارة مخروط ٣٢ . ويستعمل كمادة إضافية مع بعض الطينات، كالطينات الكروية فى صناعة البورسيلان والفخار وبعض الحراريات.

الطينـــات :

تتكون الطينات بصفة أساسية من معادن سيليكات الألومنيوم المائية غير المتبلورة ، نتجت من تحول الكاولينات عند انتقالها من أماكن تحلل صخورها بعوامل النقل من ماء أو رياح أو ثلوج إلى أماكن قريبة أو بعيدة عن أماكن تكوينها . وتنعم الكاولينات فى أثناء انتقالها وتكتسب خواصا من اللازبية العالية وقابلية التشكيل لتعرضها لعوامل الاحتكاك والاصطدام والسحق وما يلحق بها من بعض الغرويات الحافظة من مستحلبات الدبال المضوى عند مرورها وملامستها لمناطق زراعية ، مع ما يختلط بها من مواد قلوية . وتترسب الطينات عند نقلها بالماء على هيئة طبقات مستوية يتخللها بعض طبقات من الرمال أو الصخور الجيرية . أما الطينات المنقولة بعوامل الرياح والثلوج فلا تتخذ نظاما طبقيا مستويا عند رسوبها . وتتكون الطينات المنقولة

بالرياح من بنية دقيقة متجانسة ، أما الطينات التى ترسبها الثلاجات فتتكون من ركامات مليئة بالأخلاط الأرضية غير المتجانسة لا فى التركيب ولا فى الأحجام .

وكثيراً ما يعلق فى بالطينات فى أثناء مرورها على صخور تخالفها أخلاط أرضية من هشيم تلك الصخور أو محاليل تحتوى على أملاح ذائبة فى مياه النقل كالجبس وغيره من شوائب . وليس من الضرورى أن يكون مصدر تلك الشوائب كلها الطريق الذى مرت فيه الطينات، فقد تكون تلك الشوائب مصاحبة لها من أماكن تحلل الصخر النارى الأصلى . وعلى العكس من ذلك فقد تفيد عملية النقل فى تخلص الطينة من شوائبها كما هو الحال فى فعل الرياح أو ما تلاقية الطينة من عمليات الغسيل بواسطة مياه غزيرة . ومن ذلك يتبين أن لكل طينة ظروفها المفيدة أو الضارة التى أحاطت بتكوينها ونقلها .

والطينات كتل رخوة أو متماسكة ذات ألوان تتراوح بين الأبيض والقاتم ومنها ما يكون أسود ، ذات ملمس دهنى واضح ؛ تكون مواد لازبة عند عجنها بالماء ، وللطينات المبتلة رائحة قوية مميزة لها ، وهى تلزق باللسان عند تذوقها . وتحتوى الطينات على مواد غريبة فى العادة، وذلك ما لم تمر على مناطق متماسكة الصخور غير مفتتة السطح. أو تكون قد مرت على مناطق من نفس تركيب الطينة المنقولة ولم يخالطها شوائب من البداية . وقد جرت العادة عند تجهيز الطينات ذات الحبات الخشنة أن تنعم بطحنها طحنا رطبا دون فصل الخشن عنها . ويختلف نقاء الطينات الطبيعية، فمنها ما يكون على درجات عالية من النقاء يصل فى بعضها إلى ٩٩٪ كما هو الحال فى طينات جورجيا، ومنها

ما هو منخفض النقاء لا تتجاوز نسبة المواد النقية فيها ٢٥٪ وذلك كما فى رواسب فلوريدا الطينية .

وتتفاوت الطينات فى خواصها الحرارية تبعاً لنقائها ومقدار ونوع ما تحتويه من مساعدات صهر ، ولكنها لا تصل فى خواصها الحرارية درجة الكاولينات على أية حال من الأحوال . وتنصهر أجود أنواع الطينات فى درجة حرارة مخروط (٣١) أى ما يساوى ١٧٠٠ °م. وتتدرج الطينات من حيث خواصها الحرارية إلى ثلاثة درجات رئيسية ، هى :

(١) طينات عالية الخواص الحرارية ،

(٢) طينات متوسطة الخواص الحرارية ،

(٣) طينات سهلة الانصهار ،

الطينات ذات الخواص العالية :

وهذه طينات تبدأ لينها فى درجة حرارة مخروط (٣١) . وأنواع هذه الطينات هى :

الطينة البيضاء : وهى أنقى وأرقى أنواع الطينات . وتتكون من جسيمات دقيقة ومواد نقية ذات لون أبيض ناعمة الملمس عالية اللازبية تكاد تصل نسبة الألومينا بها إلى المعدل فى معادن الطين الكاولينية ، وهى خالية من الحديد لونها أبيض بعد الحريق ، وذلك مثل طينة جورجيا .

وتستعمل الطينة البيضاء فى عمل عجائن الفخار الأبيض الراق والذى تسمى منتجاته أحيانا باسم الصينى المعتم . كذلك تضاف الطينة إلى مكونات

عجائن الصينى الشفاف لترفع من لازيتها . وتتحمل مشغولاتها درجات حرارة تصل إلى ١٧٠٠ °م .

الطينة اللازقة : أو طينة كروية ،وتمتاز هذه الطينة بشدة اللازبية والتماسك وقوة الالتصاق مما يكسبها الشكل الكروى المسماة باسمه . ولون الطينة رمادى قاتم أو أسود لاختلاطها بالمواد النباتية المنتشرة فى البحيرات الضحلة والمستنقعات التى ترسبت فيها ، ولون الطينة بعد الحريق أبيض أو كريم باهت، والطينة على درجة عالية من النعومة والملمس . وتمتص ماء غزيرا عند عجنها به وتكتسب الطينة بنية زجاجية صماء كثيفة عند تسخينها فى درجات حرارة منخفضة نسبيا، وذلك فى درجات حرارة مخروطى (٨) و (٦) أى ما يساوى ٩٤٠ — ٩٨٠ °م . ويستمر جسم الطينة محتفظاً ببنيته هذه فى درجات الحرارة العالية دون انتفاخ أو تكوين مسام أنبوبية ، إلا أن معامل انكماشها عال .

وتستعمل الطينة اللازقة فى صناعة الطوب الحرارى، وفى تكوين مواد أسمنتية حرارية بخلطها بالرمل النقى ، وتستعمل تلك المواد الأسمنتية فى لصق وحدات الأجسام الحرارية البيضاء .

وتوجد أجود أنواع الطينة اللازقة فى إنجلترا فى مقاطعة «ديفونشير» على هيئة طبقات منتظمة على درجة عالية من النقاء ، كما توجد أحياناً مغطاة أو مختلطة بفحم الليجنيت . وتصدر الطينة اللازقة من إنجلترا إلى جميع أنحاء العالم المستعمل لها . كذلك توجد أنواع من الطينة أقل جودة فى ولايات « كاليفورنيا » و « تنيسى» والجنوب الغربى من « كنتوكى » . وتوجد أنواع من الطينة اللازقة فى « فيلدشتين » بتشيكوسلوفاكيا ، وفى إيطاليا وسيليزيا

وآسيا الصغرى . كذلك توجد أنواع من طينات أسوان البيضاء ذات خواص تشبه خواص الطينات اللازقة .

وتجهز بعض أنواع الطينات اللازقة من فرز الطين الصيني ، ولتلك الأنواع المجهزة خواص حرارية أعلى من خواص الأنواع الطبيعية ، كما أنها أقل منها في معامل الانكماش .

الطين الحراري :

وهو كاولين تصل فيه نسبة الحديد إلى ٢ ٪ من نسبة الكوارتز ، ولكنه خال من القلويات ومساعدات الصهر الأخرى .

ويمتاز الكاولين الحراري فوق تحمله لدرجات حرارة تصل إلى ١٧٠٠°م بمقاومته للتغيرات الحرارية المفاجئة ، ويرجع ذلك إلى صغر معامل انكماشه المتناهي ، كما يمتاز بمتانته وعدم تفتته عند تعرضه لعمليات التسخين والتبريد المتكررة .

والكاولين الحراري نوعان ، هما :

(١) النوع السيليسي وهو كاولين حراري يحتوي على نسب مختلفة النعومة من السيليكا المنفردة .

(٢) النوع الألومنيومي وترتفع فيه نسبة الألومينا عن المعدل في معدن الكاولين . ولهذا النوع خواص حرارية أعلى من خواص النوع السيليسي . ويبين الجدول الآتي الفرق بين نواتج تحليل نوعي الكاولين الحراري :

الأكاسيد	كاولين حرارى (١)	سليسى (٢)	كاولين حرارى (٣)	ألومنيومى (٤)
س أ$_2$	٦١ر٣٣	٧٠ر٠٤	٤٢ر٠٠	٤٦ر٩٠
لو$_2$ أ$_3$	٢٤ر٦٩	١٨ر٥٠	٣٨ر٩٦	٣٦ر٤٠
كا أ	٠ر٢٥	٠ر٧٥	١ر٠٦	—
ح$_2$ أ$_3$	٢ر٢٠	٠ر٧٥	٠ر٨٥	—
ما أ	١ر٢٨	—	٠ر١٧	١ر٠٠
مواد متطايرة	١٠ر٢٥	٩ر٩٦	١٦ر٩٦	١٤ر٨٠

والكاولين الحرارى ذو لون أبيض مشوب ، ويغلب فيه اللون الرمادى كما يتلون أحيانا بألوان خفيفة باهتة أخرى . ويقاوم الكاولين الحرارى فعل الكيمياويات .

ويوجد الكاولين الحرارى فى إنجلترا واسكتلندة ، كما يوجد فى ألمانيا الغربية وغيرها .

ويعد الكاولين الحرارى من أجود مواد صناعة طوب الأفران وبوادق الصهر وأدوات الرص، كما تصنع منه مواسير المداخن وبطانات غرف الغازات ودواليب الأبخرة الأكالة ، والأوعية الكيمائية .

كاولينات أخرى :

ومن أنواع الكاولينات الأخرى الكاولين الزلطى والكاولين الطفلى ، وهذه كاولينات متماسكة أقل فى لازبيتها من الكاولينات الرخوة السابقة .

الطينة الزلطية الحرارية : وهـــــذه طينة متماسكة كثيفة البنية ذات شكل زلطى ، تنخفض نسبة السيليكا فيها عن المعدل . والطينة

ذات مكسر محارى منخفضة فى لازيتها ولكنها تكتسب لازبية عالية عند طحنها تحت الماء فى طواحين البلى أو بين كفتى الرحى . وتشبه هذه الطينة الطينة الكروية فى المكونات واللون والخواص الحرارية ومعامل الانكماش، إلا أنها أقل تماسكا من الطينة الكروية مما يسبب لجسمها تشققاً ضاراً عند تسويتها . ولون الطينة قمحى بعد الحريق . ومن أنواع الطينة الزلطية الحرارية ما يحتوى على نسبة أعلى من المعدل من الألومينا وذلك يقربها من معـــدن اللاتيريت . وتستعمل الطينة فى صناعة الحراريات العادية .

وتوجد الطينة الزلطية الحرارية فى « أوليف هيل » متداخلة مع نوع آخر من الطينات الحرارية اللازبة ، كما توجد فى جيوب الصخور الجيرية بولاية « ميسورى » وفى « كامارام » بولاية « واشنطون » حيث توجد فى طبقات متداخلة مع طبقات طفل ذو لون أحمر داكن وطبقات من مواد فحميــة وصخور رملية .

الطينة الرابطة الحــرارية : وهى طينة لاصقة متماسكة ، تتحول إلى جسم زجاجى البنية ذى لون قمحى قاتم بعد الحريق . وتستخدم الطينة كمادة أسمنتية للشغولات الزجاجية وفى صناعة بوادق الصهر .

وتوجد الطينة الرابطة الحرارية فى « جروس ألميرود » و « كلينجنبرج » فى ألمانيا كما توجد فى إنجلترا . وكانت تستوردها أمريكا حتى استبدلت بها فى كثير من الأوقات خلطات من طينات « كنتوكى » وجنوب « الليتوى » و « أركنساس » و « ميسورى » .

مواد حرارية ألوميفيــة : وهى مواد طينية ترتفع فيها نسبة الألومينا إلى

٣٩٨ر/ مما يجعلها قريبة الشبه والخواص من معدنى البوا كسيت والدياسبور. وتوجد هذه المواد فى «أركنساس» و «جورجيا» و «غينا البريطانية» وفرنسا والهند وإيرلندة . وتستعمل هذه المواد الحرارية الألومينية مع الأنواع غير النقية من خامات الألومنيوم فى مناطق وجودها فى صناعة المنتجات الحرارية للأفران الكهربائية مثل أوعية وأدوات الألندم ، كما تستعمل فى صناعة مسحوق الكورند المتبلور كمواد حرارية ومواد الجلخ . ويستعمل الدياسبور أحد هذه المواد كمادة حرارية ممتازة فى صناعة الطوب الحرارى الأعلى فى خواصه الحرارية من الطوب الحرارى العادى .

الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة :

تزداد نسبة مساعدات الصهر فى هذه الطينات عن نسب وجودها فى الطينات ذات الخواص الحرارية العالية . وتبلغ درجة حرارة لينها درجات حرارة مخروط (١٩) أى ما يساوى ١٥٠٠°م . وتكون هذه الطينات أجساما ذات بنية زجاجية عند تسويتها فى درجات حرارة بين ١٢٠٠ — ١٣٥٠°م . ويتراوح لون الطينات بعد حريقها بين الأحمر والبنى والأسود ، ويلاحظ أن اللون يقتم فى درجات الحريق المنخفضة . وتحتوى تلك الطينات على شوائب من أكسيد الحديديك الذى يرجع إليه سبب لون الطينة بعد حريقها ، كذلك تحتوى على كثير من الكوارتز والفلسبار والميكا مع قليل من الجير والماغنيسيا.

ويغلب استعمال الطينات المتوسطة فى خواصها الحرارية فى صناعة طوب البناء قمحى اللون، وفى التربيعات فاتحة اللون، وفى منتجات الفخار الأحمر، وفى الأنواع المختلفة من الفخار والخزف الزلطى ، كما تصنع منها القدور صفراء اللون وبعض قطع الخزف الفنى .

وتوجد هذه الطينات على هيئة طبقات منتظمة شاسعة الامتداد أو فى شكل عدسات محدودة الاتساع ، كذلك توجد داخل جيوب وكهوف الصخور الأخرى على هيئة رواسب رخوة لم تتعرض لأى ضغط أو عوامل إحداث التماسك ، كذلك توجد على هيئة طفل شديد التماسك فى حالات أخرى . وأهم أنواع الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة هى :

الطينة الحديدية متوسطة الانصهار : وهى طينة تحتوى على ٤ — ٧٪ أكسيد حديديك وتمتاز الطينة بشدة تماسكها ونعومة ملمسها وارتفاع لازبيتها وصعوبة انصهارها عن باقى أنواع الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة . وقد تحتوى الطينة الحديدية على نسب صغيرة من كربونات الكالسيوم وآثار من القلويات وغيرها من الشوائب . وتنخفض خواص الطينة الحرارية بارتفاع نسبة الحديد فيها. ويغلب وجود الطينة على هيئة حجر طينى متماسك . وتتراوح ألوان الطينات الحديدية بين الأصفر والأحمر والأخير أكثرها انتشاراً .

وتستعمل الطينات الحديدية كمواد أساسية فى عجائن مشغولات الخزف الزلطى العادى والأوعية الكيميائية . وتضاف الطينة الحديدية إلى الطينات الجيرية فى عجائن منتجات الفخار الأحمر القابل للتزجيج ، وذلك لتكسب سطح المشغول نعومة ولترفع من خواصه الحرارية .

وتوجد طينات حديدية فى شرق ولاية واشنطون وقرب « نوكساك » بالولاية، كذلك توجد هذه الطينات قرب بورتلاند بإنجلترا. والطين الأسوانى أو الأسوانلى فى الجمهورية طينة حديدية ، توجد على هيئة رواسب داخل كهوف صخور المنطقة فى جنوب وغرب أسوان وبحرى وقبلى أبو الرش وفى أمير كاب ونجع حجاب ووادى الحيطة وسكة العرض ووادى أبو عجاج. والطين

الأسوانى هو الطينة المحلية الصالحة لصناعة الفخار . ومن الطين الأسوانى ما هو مفروز وتقل فيه نسبة الحديد كثيراً عن الأنواع العامة ويعطى لون الكريم عند حريقه : وتسوى مشغولات الطين المفروز فى درجة حرارة ١١٥٠° م ، وهى فى ذلك أعلى من درجات تسوية مشغولات الأنواع العامة بنحو مائة درجة مئوية .

الطينات سهلة الانصهار :

وهى طينات رخوة فى الغالب ، ذات ألوان قاتمة بعد الحريق ، سهلة الانصهار ، ولا يصح تسوية مشغولاتها فوق درجة حرارة مخروط (٥) أى مايساوى ١٠٠٠° م حتى لا يفقد المشغول شكله إذا سخن فوق هذه الدرجة من الحرارة . وتحتوى هذه الطينات على كميات كبيرة من مساعدات الصهر القوية من قلويات ومواد جيرية .

وتنحصر الاستعمالات الرئيسية لهذه الطينات فى صناعة الطوب العادى والمشغولات الخزفية الشعبية . وكثيرا ما تخلط بمواد طينية ذات خواص حرارية عالية أو متوسطة لرفع خواصها الحرارية . وتتنوع هذه الطينات بتنوع مابها من مساعدات صهر ، كما قد تحتوى الطينة الواحدة على عدة مساعدات صهر ومن أنواع هذه الطينات .

الطينة السيليسية : وهى طينة صفراء تحتوى على رقائق من الكوارتز بنسب قد تصل إلى ٥٠ ٪ من وزن الطينة . وقد ترتفع نسبة الكوارتز عن ذلك وعندئذ تصير المادة من أحد الصخور السيليسية . وتتلون الطينة بلون قاتم فى العادة عند حريقها .

وتصلح الطينات السيليسية فى صناعة المواسير غير المتزججة كالبرابخ ، كما يستعمل بعض أنواعها فى أعمال صب مصهور الفلزات، وذلك مثل النوع المسمى باسم طينة السباكة ، ومنها ما يستعمل بدلا من الكوارتز فى عجائن الفخار العادى ، وذلك كما فى بعض أنواع طينة أسوان .

وأكثر ما توجد الطينات السيليسية فى ولايات وسط غرب الولايات المتحدة الأمريكية ، كما توجد فى منحدرات جبال « كاساد » على ساحل المحيط الأطلسى فى ولايتى «واشنطون» و « أوريجون » .

الطينة الجيرية : وهى طينة ضعيفة التماسك خشنة الملمس ذات لون يتراوح بين الأصفر والأسمر . وتحتوى الطينات الجيرية على مركبات الكالسيوم كالصخور الجيرية والجبس مع نسب متفاوتة من أكسيد الحديد . والطينات الجيرية متوسطة اللازبية منخفضة فى خواصها الحرارية عن جميع أنواع الطينات الأخرى، فتتحول إلى جسم زجاجى فى درجة حرارة مخروط (٥) أى ١٠٠٠° م. ويتم صهرها فى درجة حرارة مخروط (٧) أى مايقرب من ١٢٥٠° م . وهى على ذلك ذات مسافة حرارية قصيرة بين درجة حرارة تزججها ودرجة حرارة انصهارها ، ولا يصح تسوية مشغولاتها فى درجات حرارة تزيد على درجة حرارة مخروط (٩) أى ما يساوى ٩٢٠° م .

وأغلب ما تستعمل فيه الطينات الجيرية صناعة الطوب العادى ، وأنواع الفخاريات الرخيصة ومشغولات الفخار الأحمر . ولا تصلح الطينات الجيرية فى صناعة مشغولات الخزف الزلطى . ولا تتزجج بنية مشغولات تلك الطينات لقصر مسافاتها الحرارية بين درجة الانصهار ودرجة التزجج . ولا تطلى أسطح مشغولات الطينة بطبقات تزجيج فى العادة . وتستعمل خلطات تزجيج رصاصية

سهلة الانصار عند ما يراد تغطية المشغولات بطبقات الزجيج . ولا تستعمل الطينات الجيرية المحتوية على كربونات كالسيوم بنسبة تزيد على ٥ ٪ كما لا يستعمل ما يحتوى منها على مقادير محسوسة من الجبس فى صناعة مشغولات الخزف الطينى ، وإنما يقتصر استعمال مثل هذه الطينات فى صناعة الأسمنت ، كما هو الحال فى طينة طرة .

ومن أنواع الطينات الجيرية ما ترتفع فيه نسبة الحديد، وذلك مثل طين الأرمل المشهور ويسبب وجود الحديد فى الطينة رفع خواصها الحرارية عن باقى أنواع الطينات الجيرية . وتسوى مشغولات طين الأرمل فى درجات حرارة لا تزيد على ٩٠٠°م. وللطين لون أحمر فينيسى جميل، لذلك فهى كثيرة الاستعمال فى أعمال البطانة فى مشغولات الخزف الفنى . ويوجد طين الأرمل كرواسب غير منتظمة متخللة صخور الجبل الأحمر بالعباسية شرق القاهرة .

ومن أنواع الطينات الجيرية المصرية الطين التبينى وتوجد طينته على هيئة رواسب رخوة صفراء فى قرية التبين مركز الصف بمحافظة الجيزة . وتستعمل الطينة فى صناعة الفخاريات الرخيصة من جرار ريفية وأمثالها ، كما تضاف إلى عجائن الفخار الأحمر القابل للتزجيج لترفع من صلادة وتماسك المشغولات ولتكسبها خاصة الرنين، كما تساعد على ربط طبقات التزجيج بسطح الجسم . والطين التبينى مكون أساسى فى عجائن القلل وأصص الزرع يعمل على إحداث اللازبية فى تلك العجائن .

وتسوى مشغولات الطين التبينى فى درجات حرارة لا تزيد على ٨٥٠°م .
كذلك تعتبر طينة المقطم أو طفل المقطم من الطين الجيرى إلا أن له من خواص

ميكانيكية كشدة لازبيته ما تجعله غير صالح للتشكيل وحده ، وهو فى ذلك يقرب فى خواصه من خواص البنتونيت ، لذلك فهو يستعمل محايا فيما يستعمل فيه البنتونيت .

الطينة القــلوية :

وهى طينة تحتوى على نسب تتراوح بين ٢—٥ ٪ من القلويات من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم بجانب نسب صغيرة من أكسيد الحديديك قد تصل فى بعض الأنواع إلى ٥ ٪ والطينات القلوية سهلة الانصهار ، ذات لون رمادى فى الغالب ، كما يوجد منها ما هو أحمر أو بنى . وتعد الطينات القلوية من المكونات الأساسية لعجائن مشغولات الخزف الزلطى القابل للتزجيج بطريقة التمليح أو التذهيب .

ومن الصخور الطينية القلوية المصرية طفل أوطفال إسنا ،وتوجد فى طبقات سميكة يتراوح سمكها بين ٥٠—٦٠ متراً تابعة لعصر المسترخيان تظهر على سطح الأرض قرب إسنا بين جرجا وأدفو،ويحتوى الطفل على أملاح قلوية من نترات الصوديوم وكلوريد الصوديوم وكبريتات الصــوديوم ، وكذلك كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم بنسب تتراوح بين ٤ر٠ ٪ فى الطبقات السفلى وتصل إلى نحو ٢١ ٪[1] فى الطبقات السطحية ، وذلك بنسبــة متوسطة لنترات الصوديوم تبلغ ٦ر٧ ٪[2].وتبلغ نسب الأملاح الذائبة الموجودة فى الطفل[3]:

---

(١) هوفر ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٦ ، ١٩٢٥ .

(٢) ماك دويل ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٦ ، ١٩٢٥

(٣) الأستاذ ويندام دنستان ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٧ ، ١٩٢٥ .

ص ن ا$_{3}$	٤٣٫٧٣ ٪
ص كل	٣٢٫١٦ ٪
ص كب ا$_{4}$	١٦٫٨٦ ٪
كا كب ا$_{4}$	٦٫٧٤ ٪
ما كب ا$_{4}$	٠٫٥١ ٪

ويستغل مزارعو الوجه القبلى القشور السطحية من الطفل والغنية فى نترات الصوديوم كسماد لمزروعاتهم تحت اسم السماد الكفرى . ولا تصلح تلك الطبقات فى صناعة الخزف إلا ما احتوت على نسب بسيطة من الأملاح الذائبة من الطبقات السفلى ، وفى هذه الحالة يجب معالجتها كيميائيا للتخلص من تأثير تلك الأملاح الذائبة الضارة بالمشغولات .

الحمأ :

أو الطينة الكربونية تكونت من ترسيبها فى مستنقعات غنية بالنبات النامى ، والطينة ذات لون أسود أو رمادى قاتم نتيجة ما ينتشر فيها من رقائق نباتية متفحمة ومواد عضوية متحللة مثل النبات العطن أو أليت والليجنيت والفحم البتيومينى وفحم الأنثراسيت والجرافيت ،وكذلك الأسفلت وازدياد نسبة المواد الكربونية يجعل الطينة نوعا من الفحم .

ويستعمل الحمأ المحتوى على قليل من المواد الكربونية سهلة التطاير فى صناعة المشغولات الخزفية ، ولا يستعمل الغنى منها بالكربون لاحتياج مشغولاته إلى وقت طويل فى عمليات تسويتها مما يعرقل عمليات الأكسدة اللازمة فى تسوية المشغول لإتمام صلادته والحصول على أجسام رنانة .

ومن الطينات الكربونية ما توجد فى حقول البترول كالطينة الموجودة فى جبل النزازات على الشاطىء الشرقى لخليج السويس والتى تسمى أحياناً بالطينة القارية . كذلك تنتمى الأحجار الطينية الموجودة فى « هورون » و « بدفورد » فى ولاية « أوهايو » إلى الطينات الكربونية ، ومنها ما يوجد فى الصخور الأيوسينية غرب واشنطون :

الطمى :

أو الغرين ، مادة فقيرة فى مواردها الطينية ، رخوة سائبة ، نتجت من ترسيب حديث للمواد المعلقة فى مياه فيضانات الأنهار على جانبيها وعند مصباتها، ولنطمى لازبية تمكن من تشكيله ، ويعطى بعد تسويته ألوانا قاتمة متعددة . وأغلب استعمالات الطمى فى صناعة الطوب البلدى وطوب الوجهات، ويضاف كمادة خشنة فى بعض المشغولات الخزفية .وأهم أنواع الطمى هى :

طمى النيل[1] ويتكون من تفتيت وتحلل صخور هضبة الحبشة وانتقالها بمياه الفيضانات الجارفة كل عام وترسيبها على ضفاف النيل ، وينطلق مقدار هائل منها إلى البحر الأبيض المتوسط ليرسب فى قاعه على أعماق لا تقل عن ٢٠٠ متر قبالة مصبى النهر عند دمياط ورشيد ، و ينقل بعضها تيار البحر المتجه شرقا حيث يرسبها على شواطئه الشرقية .

وطمى النيل ذو لون بنى مبيض ، طينى الملمس ،لازب يحتوى على كثير من حبات ورقائق من الكوارتز حادة الأطراف ذات أقطار تتراوح بين أقل

(١) لوكاس : كيمياء نهر النيل ، ٧٨ ، مصلحة المساحة المصرية ، القاهرة ١٩٠٨ موصيرى : رواسب نيلية ، ١٧٤ .

من ٠٫٠١ — ٠٫٠٥ من المليمتر ويصغر الحجم فى مكونات الطمى كلما اتجه شمال الوادى . و يحتوى الطمى على الكاولينيت والمونتموريلليونيت والهالوسيت مع ما يبلغ من ١٢٫٧ ٪ من أكسيد الحديديك وعلى عدد كبير من البكتيريا الحديدية ، وذلك بجانب حبات الكوارتز وفتات من معادن الفلسبار مثل الأورثوكليز والميكروكلين والكثير من الأوليجوكليز والألبيت واللابرادوريت. وقليل من معادن الميكا البيضاء والسوداء والسيريسيت ، ويكون المعدنان الأخيران غالبية الميكا فى الطمى . كذلك يحتوى طمى النيل على الحجر الجيرى والدولوميت والكالسيت ، كما يوجد معدن الهورنبلند بكثرة فى طمى النيل مع معدن الأوجيت.ومن معادن الطمى القليلة التورمالين والزركون والأسفين والروتيل والإيلمانيت والأباتيت والليمونيت والهيماتيت والكلوريد وأكاسيد الحديد المائية الأخرى ، كما توجد الفوسفات ، ومن مكونات الطمى معدن المونازيت المشع ومعدن الماجنيتيت . كذلك يحتوى طمى النيل على بعض النبات المتفحم والمواد العضوية .

وينقى طمى النيل بعمليات الغسيل والترويق لفصل المواد الخشنة عنه حتى يصلح للاستعمال فى نواحى استعماله السابق ذكرها .

التربة الزراعية :[1]

وهى تكوين غروى طينى ترجع غرويته إلى ما تحتويه من قدر من الرقائق الطينية ومستحلبات الدبال العضوى التى تغشو ت الرمال والحجر الجيرى

(١) روبنسون : علم التربة فرع من علوم الجيولوجيا ، مجلة الجيولوجيا ، ٦١ ، ٤٤٤ ، ٤٤٥ ، ١٩٢٤ .

والميكا البيضاء والمعادن الثقيلة. وتتكون التربة الزراعية من سيليكات الألومنيوم المائية وأكاسيد الحديد المائية والألومينا المائية كمواد غروية . وتتكون مستحلبات الدبال من فعل البكتريا فى تحلل بقايا النبات والحيوان . وتحتوى هذه المستحلبات على أحماض عضوية تذيب صخر التربة ومعادنها محولة لها إلى مواد طينية وفتات المعادن وكسر الأحجار . ويكسب الغشاء الغروى المحيط بحبات التربة القدرة على ادمصاص الأيونات القلوية لكل من الصودا والبوتاسا كما يكسب التربة اللازبية وقابلية التشكيل . وتغطى التربة الزراعية بسمك قدم واحدة من الطبقات السطحية لصخر الأرض. وقد تكون التربة من نواتج تفتيت الصخر المحلى وتحلله بفعل العوامل الجوية والحيوان وجذور النبات كما هو الحال فى التربة الزراعية فى البلاد السورية أو تكون منقولة من أماكن أخرى بفعل الماء عادة وذلك كما فى التربة الزراعية المصرية . ويختلف التكوين الميكانيكى للتربة الزراعية من مكان لآخر ، فبينما توجد بعض الأنواع ذات جسم أسود ثقيل دقيق مندمج الجسيمات ، إذ بأنواع أخرى صفراء خشنة غير متماسكة ، وترتفع نسبة الطين فى الأنواع السوداء الثقيلة، بينما تزداد نسبة الرمال والمواد الجيرية بين مكونات الأنواع الثانية . والتربة الزراعية المجاورة للنهر أكثر شوائباً وأملاحاً من التربة البعيدة عنه ، كذلك تزداد الشوائب فى سطح التربة عن داخلها . وتصلح بعض أنواع التربة الزراعية لصناعة الطوب العادى وتوجد أنواع أخرى منها فى صناعة الأوانى الفخارية .

الكثبان الطينية والركام الثلجى :

وتوجد طينات غير الأنواع السابقة على هيئة تكاوين متميزة فى شكلها

وبنيتها ومكوناتها وطرق تكوينها وذلك كما فى الكثبان الطينية والركام الثلجى ، وقد سبق الكلام عنهما عند الكلام عن الصخور الطينية .

أشباه الطين :

تنتج هذه المواد من التحلل الجوى للصخور البركانية القاعدية إلى معادن سليكات الألومنيوم المائية المتبلورة . وقد تبقى نواتج تحلل الصخور فى أماكنها أو تنقل بفعل الرياح والمياه وترسب على هيئة طبقات متراصة بعضها فوق البعض أو تتجمع فى جيوب الصخور . وأشباه الطين رخوة سائبة أو متماسكة ذات ألوان من الرمادى الفاتح أو الأحمر الداكن أو البنية ، وهى أخف من الطينات وأنعم منها ، دهنية الملمس شديدة اللازبية عند امتزاجها بالماء ، ومن أنواع أشباه الطين :

الطين البازلتى : وينتج من تفتت وتحلل صخور البازلت وهو ذو لون أحمر داكن متبقى فى مكان تحلل الصخر أو منقول بفعل الرياح .

ويستعمل الطين البازلتى فى صناعة منتجات البناء الخزفية . ومن أهم تكاوين الطين البازلتى فى العالم ما يوجد فى منطقة شرق ولاية « واشنطون » وفى ولاية « أوريجون » حيث توجد مئات الأميال المكعبة فى طبقات متعرجة غير منتظمة . كما يوجد منه فى منطقة نيبانوك بوادى حلفا جنوب أسوان .

الطين البركانى : وهو من أشباه الطين الناتج عن تحلل الرماد البركانى المنبعث من أفواه البراكين عند ثورانها ، وتحلل هذه المواد البركانية بفعل المياه وخاصة فى البلاد الرطبة . والطين البركانى من النوع المنقول المتكون من

رقائق سائبة أو متماسكة وهو خفيف فى ثقله النوعى ذو لون رمادى فاتح أو قمحى أو أحمر داكن وكثيراً ما يلتبس مظهره بالطينات الدياتومية أو الطين الصينى إلا أن الطين البركانى سهل الانصهار ، يعطى ماء غزيراً عند تسخينه وله بنية مختلفة تظهر بالفحص الميكروسكوبى ، ويتحول الطين إلى مائع عند تسخينه فى درجات حرارة مخاريط (٠٢) — (٦) أى ما يساوى ٩٨٠—١٠٦٠° م . ولون المائع أسود زجاجى فى مظهره ويحتوى الطين البركانى على مقادير كبيرة من مركبات الحديد . وهو عالى اللازبية له معامل انكماش كبير .

ولا يصلح الطين البركانى وحده فى الصناعات الخزفية ولكنه يضاف إلى غيره من الخامات الخزفية وخاصة المخلق منها لرفع لازبيتها وتحسين قابلية تشكيلها . ومن أنواع الطين البركانى المشهورة :

البنتونيت : وهو مادة ذات خواص طينية توجد فى أمريكا وكندا ، له خاصة غروية ويمتص أضعاف حجمه من الماء متحولا إلى عجينة هلامية يابسة غير لازبة ، ويشبه البنتونيت من أنواع الطين المصرى طفل القطم إلا أنه يختلف فى أصل تكوينه ، ويستخدم الأخير محل البنتونيت فى خلطات عجائن الخزف .

وأهم مناطق وجود الطين البركانى التكوينات المتجمعة من الرماد البركانى المتحلل وغير المتحلل فى قواعد تلال سلاسل مرتفعات شواطىء المحيط الهادى ، كما توجد مثل هذه التكوينات فى المناطق البركانية القديمة بولايات «واشنطون» و «أوريجون» و «كاليفورنيا» .

جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	اللون بعد الحريق	الخواص الحرارية	البنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
(١) الصخور ذات الكولنة الجزئية	متبقية	فاتح	متوسطة أو منخفضة	هشيم	حجر الكورنيش الحجر اليابانى الجرانيت المتحلل	المنتجات الخزفية البيضاء ومنتجات البناء الخزفية
					اسبار أكسفورد اسبار بكنجام اسبار جوود فراى	مساعدات صهر .
(٢) الكاولينات	متبقية	أبيض	عالية	متماسك	حجر الكاولين الطين الصينى	البورسيلان ، الصينى ، الحراريات .
				رخو	كاولين سيايسى	الفخار ، الحراريات ، مادة إضافية لعجائن البورسيلان .
					كاولين حرارى : ا) سيليسى ب) ألومنيومى	حراريات ، أوعية كيميائية .

تابع جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	اللون بعد الحريق	الخواص الحرارية	البنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
(٣) الطينات	منقولة بفعل المياه				(١) طينات عالية الخواص الحرارية :	
		أبيض	عالية	رخوة	الطينة البيضاء	الفخار الأبيض ، الصينى المعتم ، رفع لازبية الكاولينات
		فاتح	«	لازقة	الطينة اللازقة	الطوب ، الأسمنت الحرارى
		قحى	«	متماسكة	الطينة الزلطية الحرارية	حراريات عادية
		قحى	«	«	الطينة الرابطة الحرارية	بوادق الصهر ، أسمنت حرارى للزجاج
		قحى	«	«	مواد حرارية ألومينية : البواكسيت	حراريات كهربائية ، طوب حرارى ، مواد الجلخ

تابع جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	اللون بعد الحريق	الخواص الحرارية	البنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
					(ب) طينات متوسطة الخواص الحرارية :	
		محمر	متوسطة	متماسكة	الطينة الحديدية: الطين الأسوانلى	أوعية كيميائية ، منتجات الفخار الأحمر ، منتجات البناء الخزفية
					(ج) طينات سهلة الانصهار :	
		قاتم	منخفضة	رخوة أو متماسكة	طينة سيلسية	البرابخ ، طينة السباكة
الطينات	المياه	«	«	رخوة أو متماسكة	طينة جيرية : طين التبين طين الأرمل	الطوب ، منتجات الفخار الأحمر والرخيص
					طينة قلوية	فخار ، خزف زلطى ، فخار أحمر
					الحمأ	طوب ، تربيعات

تابع جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	اللون بعد الحريق	الخواص الحرارية	البنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
	منقول			رخو	طمي : طمي النيل	طوب ، تربيعات
	أو متبقي			سائب	التربة الزراعية	طوب عادى ، منتجات شعبية
	الرياح			رخو	كثبان طينية	الطوب
	الثلوج			»	الركام الثلجي	طوب ، تربيعات
(٤) أشباه الطين	متبقية أو منقولة بالرياح المياه أو الرياح	قاتم	منخفضة	رخوة	الطين البازلتي الطين البركاني : البنتونيت	منتجات البناء الخزفية

الباب الرابع

تركيب الطين وتكوينه المعدنى

مما لاشك فيه أن لخواص الطينة الطبيعية والميكانيكية الأهمية الأولى فى اختيار نوع الطين وصلاحيته للاستعمال ، إلا أن لتركيب الطين أهميته فى تحديد نوع ومقدار الشوائب الضارة الموجودة فيه . ولهذه الناحية أهميتها البالغة عند إجراء عمليات التجهيز والتنقية وتحديد نوع المعالجات الكيميائية المناسبة . كذلك لتكوين الطين المعدنى فوائده فى معرفة محتوياته من مساعدات الصهر ومقدار و نوع مايلزم إضافته منها فى العجائن الخزفية، وتأثير معادن الطين على جسم المشغول من سلوك المعدن فى أثناء عمليات التسوية . ولمعرفة تركيب الطين تجرى عليه عمليات التحليل الكمى لتقدير نسب العناصر المكونة له واستنتاج التكوين المعدنى من نواتج التحليل .

ويتبع الخزافون طريقتين من طرق التحليل الكمى لمعرفة تركيب الطين واستخراج فكرة استنتاجية أو حسابية عن تكوينه المعدنى . والطريقتان المتبعتان فى التحليل الكمى للطين هما :

التحليل الاستنتاجى للطين

وهو طريقة تحليل مباشرة لتقدير معادن الفلسبار والكوارتز والمواد الطينية بمعالجة الطين بالكواشف والطرق الكيميائية الخاصة بهذه المعادن .

ومن الطرق الكثيرة الاستعمال للتحليل الاستنتاجى للطين ، هى :

طريقة ميللور :

وفيها تقدر المواد الطينية عن طريق إذابة الطين فى حامض الكبريتيك المركز، ثم يفصل الكوارتز بإذابته فى حامض إيدروفلوردريك مركز أو قلوى ساخن ، ويكون الباقى هو الفلسبار . وفى هذه الطريقة تذوب الميكا فى حامض الكبريتيك المركز ضمن المواد الطينية . وتحسب مكونات الطين بالطريقة الآتية :

وزن المواد الطينية والميكا = وزن ما ذاب فى حامض الكبريتيك المركز .

ووزن الكوارتز = وزن ما ذاب فى حامض الإيدروفلوردريك المركز أو القلوى الساخن .

وزن الفلسبار = وزن المتبقى .

كما يمكن استخراج مكونات الطين من تقدير وزن الألومينا والسيليكا فى الراسب المتخلف من إذابة حامض الكبريتيك المركز للطين دون الحاجة إلى فصل الكوارتز بحامض الإيدروفلوردريك ، وذلك عن طريق الحساب الآتى :

وزن السيليكا فى الفلسبار = مقدار الألومينا فى الراسب المتخلف من عملية إذابة حامض الكبريتيك المركز × ٥٣ر٣ وهو المكافئ الجزئى للسيليكا فى الفلسبار بالنسبة لجزىء ألومينا واحد .

وزن الكوارتز = وزن السيليكا فى الراسب المتخلف من عملية إذابة حامض الكبريتيك المركز — وزن السيليكا فى الفلسبار .

ويمكن استخراج وزن الفلسبار من الفرق بين وزن العينة ومجموع وزن الكوارتز والمواد الطينية ، أو بضرب مقدار الألومينا فى ٥٤ر٥ وهو المكافئ الجزئى للفلسبار بالنسبة لجزىء ألومينا واحد .

مثال محلول (١) :

استنتج معادن الطين واستخرج نسبتها المئوية من نتائج تحليل عينة جافة منه وزنها ٩٨٦٥ر٠ من الجرام، وكان وزن الراسب المتخلف منها بعد هضمها فى حامض كبريتيك مركز هو ٣٨٤٥ر٠ من الجرام، ووزن الراسب المتبقى بعد معالجة الراسب الأول بحامض الإيدروفلوردريك المركز هو ١١١٢ر٠ من الجرام .

الحـــل :

وزن المواد الطينية والميكا	= ٩٨٦٥ر٠ — ٣٨٤٥ر٠
	= ٦٠٢٠ر٠ من الجرام
وزن الفلسبار	= ١١١٢ر٠ « «

وزن الكوارتز = ٠ر٩٨٦٥ — ٠ر٦٠٢٠ + ٠ر١١١٢

= ٠ر٢٧٣٣ من الجرام .

النسبة المئوية للمواد الطينية والميكا = $\frac{٠ر٦٠٢٠ \times ١٠٠}{٠ر٩٨٦٥}$

أى ٠٢ر٦١ ٪

النسبة المئوية للفلسبار = $\frac{٠ر١١١٢ \times ١٠٠}{٠ر٩٨٦٥}$

أى ٢٧ر١١ ٪

النسبة المئوية للكوارتز = $\frac{٠ر٢٧٣٣ \times ١٠٠}{٠ر٩٨٦٥}$

أى ٧١ر٢٧ ٪

مثال محلول (٢) :

استنتج مكونات مادة طينية ، ثم احسب نسبتها المئوية من نتائج التحليل الآتية :

وزن العينة الجافة = ٠ر٩٨٦٥ من الجرام

وزن الراسب المتخلف من هضم العينة بحامض كبريتيك مركز = ٠ر٣٨٤٥ ‹‹

وزن الألومينا فى الراسب المتخلف السابق = ٠ر٠٢٠٤ ‹‹

وزن السيليكا فى الرسم المتخلف السابق = ٠ر٣٤٥٣ ‹‹

الحـــل :

وزن المواد الطينية والميكا = ٠ر٩٨٦٥ — ٠ر٣٨٤٥

= ٠ر٦٠٢٠ من الجرام .

وزن السيليكا فى الفلسبار = ٠٫٠٢٠٤ × ٣٫٥٣

= ٠٫٠٧٢٠ من الجرام .

وزن الكوارتز = ٠٫٣٤٥٣ — ٠٫٠٧٢٠

= ٠٫٢٧٣٣ من الجرام .

وزن الفلسبار = ٠٫٩٨٦٥ — ٠٫٢٧٣٣ + ٠٫٦٠٢٠

= ٠٫١١١٢ من الجرام .

أو = ٠٫٠٢٠٤ × ٥٫٤٥

= ٠٫١١١٢ من الجرام .

النسبة المئوية للمواد الطينية والميكا = $\frac{١٠٠ \times ٠٫٦٠٢٠}{٠٫٩٨٦٥}$

أى ٦١٫٠٢ ٪

النسبة المئوية للفلسبار = $\frac{١٠٠ \times ٠٫١١١٢}{٠٫٩٨٦٥}$

أى ١١٫٢٧ ٪

النسبة المئوية للكوارتز = $\frac{١٠٠ \times ٠٫٢٧٣٣}{٠٫٩٨٦٥}$

أى ٢٧٫٧١ ٪

ويعطى التحليل الاستنتاجي للطين نتائج سريعة يستدل منها على التكوين المعدنى للطين. إلا أن هناك ما يثار حول نتائج هذه الطريقة من اعترضات علمية أهمها اختلاف قابلية ذوبان أنواع الفلسبار والكاولين فى الأحماض المركزة ، وذوبان بعض المواد عندما تكون فى حجم دقائق الطين ، على الرغم من عدم قابلية ذوبانها فى أحجامها العادية ، وذلك مما قد يعطى من نتائج متضاربة

أو مخالفة لحقيقة تكوين الطين المعدنى وخاصة الأنواع الرديئة منه، ويترتب على ذلك عدم الاطمئنان إلى نتائج هذا النوع من التحاليل . هذا إلى أن التحليل الاستنتاجي لا يدل على ما بالطين من شوائب .

التحليل الكيميائى للطين(1)

يحلل الطين تحليلا تفصيلياً كاملا بطرق التحليل الكيميائى للصخور السيليسية . ثم تدون نتائج التحليل فى تقرير خاص به على هيئة نسب مئوية لأكاسيد العناصر التى قدرت فى عملية التحليل . ولم يجر العرف على تدوين نتائج التحاليل على هيئة نسب العناصر مباشرة ، وإن كان ذلك يمثل حقيقة التركيب ويتفق مع المنطق العلمى .

وتبين الجداول الآتية تقارير نتائج التحاليل الكيميائى لبعض أنواع الطين المشهورة .

(1) عينتان من ابى زنيمة ، تحليل المركز القومى للبحوث ، وحدة الحراريات ، الدقى ، القاهرة ، وقام المؤلف بحساب المكونات المعدنية .

الكاولينات

الأكاسيد	كولين	سيناء(١)	بوهيمى	أوهيو	انجليزى
س ا$_{٢}$	٤٢ر٠٠	٤٤ر٠٠	٤٥ر٦٠	٧٤ر٩٣	٧٣ر٥٧
لو$_{٢}$ ا$_{٣}$	٣٨ر٠٠	٣٩ر٠٠	٣٩ر٠٠	١٧ر١٩	١٦ر٤٨
ح$_{٢}$ ا$_{٣}$	٠ر٥٠	١ر٠٠	٠ر٥٠	٠ر٧٩	٠ر٢٧
ما ا	٠ر٢٠	٠ر٥٠	٠ر١٠	٠ر٤٦	٠ر٢١
كا ا			٠ر٦٠	٠ر٢٩	١ر١٧
(بو،ص) ا	٠ر٥٠	٠ر٧٠	٠ر٥٠	١ر٦١	٥ر٨٤
يد$_{٢}$ ا	١٣ر٠٠	١٤ر٠٠	١٣ر٦٠	٥ر٤٤	٢ر٤٥
تى ا$_{٢}$	١ر٥٠	٢ر٠٠	—	—	—
المجموع	٩٥ر٧٠	١٠١ر٢٠	٩٩ر٩٠	١٠٠ر٧١	٩٩ر٩٩

المعادن	(محسوبة من نتائج التحاليل السابقة)				
مواد طينية	٩٥ر٤	٩٢ر٨٣	١٠٠ر٠	٤٨ر٢٤	٣٣ر٥٧
كوارتز	—	—	—	٤٩ر٧٢	٤١ر١٠
فلسبار	٤ر٦	٧ر١٧	—	٢ر٧٥	٢٥ر٣١

الطينـــات

الأكاسيد	أ ـــــ (١)	ــــ والى (٢)	قنا (٢)	سوهاج (٢)
س ا ٢	٦٨ — ٥٠	٤٨ر٦٢	٤٦ر١٢	٢٦ر١٠
لو ٢ ا ٣	٢٠ — ٣٠	١٧ر٥٧	١١ر٩٨	٦ر٦٠
ح ٢ ا ٣	٨ر١ — ٥	—	—	—
ح + من	—	١١ر٥٦	٧ر٥١	٣ر٠٦
ما ا	٢١ر٠ — ٦٠ر٠	٨ر٤١	٣ر٨٢	١١ر٨
كا ا		٥ر٨٥	١٤ر٧٠	٢٩ر٣١
(بو ، ص) ٢ ا	٥٠ر٠ — ٧٠ر٠	—	—	—
يد ٢ ا	٩ — ١١	٤ر٨١	٤ر٢١	١ر٥٤
ى ا ٢	٢ر١ — ٢	—	—	—
ك ا	—	٣ر١٨	١١ر٦٦	٢٥ر٢٨
الثقل النوعى	—	٢ر٢٩	٢ر٤٨	٢ر٥٩

(١) المركز القومى للبحوث ، وحدة الحراريات ، الدقى ، القاهرة .

(٢) وليم مورجان : الخزف والأشغال اليدوية ، للصدر ، ١٩٤٩

تابع الجدول السابق

الأكاسيد	أدفو (٢)	شبرا (٢)	المقطم (٢)	طره (٢)
س ا ٢	٤٦ر٦٥	٤٦ر٦٢	٤٤ر٠٩	٣٥ر٨٧
لو ٢ ا ٣	١٦ر٩٩	٢١ر٧٧	٢١ر٤١	١٤ر٥٢
ح + من	١١ر٧٩	١٢ر٠٢	٧ر٤٧	٦ر٠١
ما ا	١١ر٩٦	٦ر٨٧	١٤ر٧٢	١٣ر٢٢
كا ا	٤ر٩٠	٥ر١١	١ر٤٣	١٤ر٢٢
يد ٢ ا	٦ر٢٠	٥ر٥٣	١٠ر٣٥	٣ر٢٣
ك ا ٢	١ر٦٠	١ر٨٨	٠ر٥٣	١١ر٩٣
الثقل النوعى	٢ر٤٢	٢ر٤٠	٢ر٠٢	٢ر٤٧

(١) المركز القومى للبحوث ، وحدة الحراريات ، الدقى ، القاهرة .

(٢) وليم مورجان : الخزف والأشغال اليدوية ، لاصدر ، ١٩٤٩

الأكاسيد	بنتونيت (١)	طفل المقطم (٢)
س أ٢	٥٥ر٢٣	٦٦ر٠٠
لو٢ أ٣	٢١ر٠٠	١٦ر٠٠
ح٢ أ٣	٠ر٩٢	٤ر٠٠
ما أ	٣ر٠٣	١ر٥٠
كا أ	٤ر٩٤	
بو٢ أ	—	٣ر٥٠
ص٢ أ	١ر٥٦	
يد٢ أ (٣)	١٠ر٢٨	٧ر٠٠
ى أ٢	—	١ر٥٠

حساب التكوين المعدنى للطين من نواتج التحليل الكيميائى

يبنى هذا الحساب على القواعد التى وضعها كل من كروس ، إدينجز ، بيرسون ، وواشنطون(٤) . وذلك على أن الطين يتكون بصفة أساسية ثابتة من ثنائى سيليكات الألومنيوم المرتبطة بجزيئين من الماء مع بواقى فلسبار وكوارتز ومعادن قليلة أخرى قاومت فعل عوامل التحلل مثل معدن الموسكوفيت .

(١) نتيجة تحليل عينة من بنتونيت داكوتا .

(٢) مركز البحوث القومى ، وحدة الحراريات ، الدقى ، القاهرة .

(٣) المرتبط والمنفرد .

(٤) كروس، إدينجز ، بيرسون ، وواشنطون ، الجورنال الجيولوجى،١٠،٦٠٤،٦٤٢،
فينلاى : مقدمة فى دراسة الصخور النارية ، ١٥٠ ، — ١٥٤ ، ١٩١٣.
إدينجز : الصخور النارية ، ١ ، ٤١٩ ، ١٩٠٠
إدينجز : التقسيم النوعى للصخور النارية ، ١٤٧ ، ١٨٦ ، ١٩٠٣
واشنطون : حسابات التحليل الاستنتاجى لأنواع الطين ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ١ ، ٤٦٥ ، ١٩١٩

ويبين الجدول الآتى معادن الطين وتركيبها ومكافئاتها الجزيئية :

المعادن	القانون الجزيئى	المكافىء الجزيئى
الكاولين	لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٢ س ا$_{2}$ ، ٢ يد$_{2}$ ا	٢٥٨
أورثوكليز	بو$_{2}$ا ، لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٦ س ا$_{2}$	٢٥٥٦
ألبيت	ص$_{2}$ا ، لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٦ س ا$_{2}$	٥٢٤
أنورثيت	كا ا ، لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٢ س ا$_{2}$	٢٧٨
موسكوفيت	٣ بو$_{2}$ا ، لو$_{2}$ا$_{3}$ ، ٦ س ا$_{2}$ ، ٢ يد$_{2}$ ا	٧٨٠ر٤
كوارتز	س ا$_{2}$	٦٠
سربنتين	٣ ما ا ، ٢ س ا$_{2}$ ، ٢ يد$_{2}$ ا	٢٧٦
دولوميت	(ما ، كا) ك ا$_{3}$	١٨٤
ماجنيزيت	ما ك ا$_{3}$	٨٤ر٣
إيلمانيت	ح ا ، تى ا$_{2}$	١٥٢
ألومينا	لو$_{2}$ا$_{3}$	١٠٢
سيليكا	س ا$_{2}$	٦٠

(تابع الجدول السابق)

المادن	القانون الجزيئى	المكافىء الجزيئى
هيماتيت (أكسيد حديديك)	ح٢ا٣	١٦٠
ليمونيت	ح٢ا٣، يد٢ا	١٧٨
أكسيد حديدوز	ح ا	٧٢
روتيل (تيتانيا)	تى ا٢	٨٠
جير	كا ا	٥٦
ماغنيسيا	ما ا	٤٠
صودا	ص٢ا	٦٢
بوتاسا	بو٢ا	٩٤ر٢
ماء	يد٢ا	١٨
ثانى أكسيد كربون	ك ا٢	٤٤

ولحساب مكونات الطين المعدنية توزع الأكاسيد من نتائج التحليل حسب مكافئاتها الجزيئية على المعادن والمواد الأولية المحتمل وجودها فى الطين مع مقارنة التوزيع بنتائج الفحص الميكروسكوبى. وتتبع القواعد[1] الآتية عند التوزيع:

(١) تحول نسب الأكاسيد المئوية إلى نسب جزيئية وذلك بقسمة النسبة المئوية للأكسيد على وزنه الجزيئى ، ثم تجمع النسب الجزيئية للأكاسيد فى شكل القوانين الأولية للمعادن ، وذلك تبعاً للنواحى الآتية :

(٢) الميل الكيميائى للأكاسيد بعضها بالنسبة للآخر ، فميل السيليكا فى اتحادها مع البوتاسا أقوى من ميلها نحو الأكاسيد الأخرى . ويمكن ترتيب ميل السيليكا فى الاتحاد بالأكاسيد الأخرى كالآتى :

البوتاسا ، الصودا ، الجير ، الماغنيسيا ، أكسيد الحديدوز ، الألومينا ، أكسيد الحديديك . أما الألومينا فهى أشد ميلا للاتحاد بالبوتاسا ، ويتدرج هذا الميل نحو الصودا ، الجير ، الماغنيسيا ثم أكسيد الحديدوز ، ولا تتحد الألومينا بأكسيد الحديديك . وتكون عدد جزيئات الألومينا إلى عدد جزيئات الأكاسيد القاعدية فى مركباتها السليسية كنسبة ١ : ١ فى أغلب تلك المركبات .

ويمكن لأكسيد الحديديك أن يحل محل جزء من الألومينا عند انخفاض نسبة الأخيرة ، وذلك فى غير معادن الفلسبار . ويلاحظ أن أكسيد الحديديك والألومينا والسيليكا هى الأكاسيد التى يمكن أن توجد منفردة على هيئة معادن الهيماتيت والكورند والكوارتز .

---

(١) ستانى : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١٣ ، ٢٠٣ ، ١٩١١ .

كذلك يمكن تعدد الأكاسيد القاعدية فى مركب واحد من مركبات السيليكا المعقدة للألومينا ، وخاصة عند وجود تلك الأكاسيد بنسب عالية .

وتتناسب قوة ميل اتحاد الألومينا والسيليكا مع الأكاسيد القاعدية حسب موقع العناصر المكونة لها فى السلسلة الكهركيميائية . فيبلغ الميل أقصاه نحو البوتاسا وهكذا .

كذلك يعتبر أكسيد الرصاص وأكسيد الخارصين من القواعد المكونة للسيليكات المزدوجة أو المعقدة مع الألومينا، وذلك حسب موقع العنصرين فى السلسلة الكهركيميائية . وعند انخفاض نسبة السيليكا مع وجود قواعد قوية الميل للاتحاد بها كالبوتاسا يمكن التكهن بأن الرصاص والخارصين عند وجودهما يكونان مع السيليكا مركبات من نوع الأورثوسيليكات . ومن المحقق وجود الرصاص فى كثير من مصهور السيليكات .

وتبعاً لقواعد الميل الكيميائى السابقة يمكن تكوين المعادن بالترتيب الآتى فى مكونات الطين ، وذلك عند وجود كل من البوتاسا والصودا والجير وأكسيد الرصاص وأكسيد الخارصين مع الألومينا والسيليكا :

فعند انخفاض نسبة السيليكا يكون تكوين المعادن بالترتيب الآتى :

اللوسيت : بو$_{٢}$ا ، لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٤ س ا$_{٢}$

النيفيليت : ص$_{٢}$ا ، لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$

الأنورثيت : كا ا ، لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$

السلزيان . با ا ، لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$

ميتاسيليكات البوتاسيوم : بو$_{٢}$ا ، س ا$_{٢}$

ميتاسيليكات الصوديوم : ص$_2$ ا ، س ا$_2$

أورثوسيليكات الكالسيوم : كا ا ، نصف س ا$_2$

أورثوسيليكات الخارصين : خ ا ، نصف س ا$_2$

أورثوسيليكات الرصاص : ر ا ، نصف س ا$_2$

أما عند وجود السيليكا بنسب عالية فتكون المعادن والمركبات بترتيب المكونات السابقة فقط وتتحول إلى ما يقابلها من معادن أغنى منها فى نسبة السيليكا وكذلك :

يتحول معدن اللوسيت إلى معدن الأورثوكليز : بو$_2$ ا ، لو$_2$ ا$_3$ ، ٦ س ا$_2$.

ويتحول النيفيليت إلى معدن الألبيت : ص$_2$ ا ، لو$_2$ ا$_3$ ، ٦ س ا$_2$.

ويتحول أورثوسيليكات الكالسيوم إلى ميتاسيليكات الكالسيوم ، أو معدن الولاستونيت : كا ا ، س ا$_2$.

ويتحول أورثوسيليكات الخارصين إلى ميتاسيليكات الخارصين : خ ا ، س ا$_2$.

ويتحول أورثوسيليكات الرصاص إلى ميتاسيليكات الرصاص : ر ا ، س ا$_2$.

كما يمكن وجود المولليت : ٣ لو$_2$ ا$_3$ ، ٢ س ا$_2$ فى الظروف المناسبة لتكوينه.

(٣) وعلى ذلك تجمع الأكاسيد المكونة لمعادن الفلسبار من أورثوكليز وألبيت وأنورثيت بنسب مكافئاتها الجزيئية فى كل معدن منهـا

مستهلكة كل القلويات والقلوى أرضيات الموجودة فى نواتج التحليل .

(٤) يستعمل ما يتبقى من ألومينا فى تكوين الكاولين مع ما يلزمها من جزيئات السيليكا المتبقية من تكوين معادن الفلسبار مع جزيئات الماء اللازمة .

(٥) تعتبر السيليكا المتبقية بعد ذلك معدن الكوارتز .

(٦) تستهلك جزيئات أكسيد الحديديك كمعدن الليمونيت عند وجود ما يكفيه من ماء بعد تكوين الكاولين ، وإلا اعتبر معدن الهياتيت عند عدم وجود الماء أو يستهلك جزء منه كمعدن الليمونيت باتحاده مع ما يوجد من ماء والباقى يعتبر هياتيت . هذا إذا لم يكن أكسيد الحديديك على هيئة معدن آخر يظهره الفحص الميكروسكوبى ، أو تكون هناك أكاسيد أخرى أميل للاتحاد به لتكوين معادن أخرى . وقد يستهلك جزء أو كل أكسيد الحديديك ليحل محل الألومينا فى مركبات سيليكات الألومنيوم القاعدية وذلك عند انخفاض نسبة الألومينا اللازمة لاستهلاك كل الأكاسيد القلوية ، أو القلوى أرضية فى مركبات السيليكات المعقدة .

(٧) يعتبر ما يتبقى من ماء بعد تكوين الليمونيت ماء رطوبة فى الطين .

(٨) يستهلك ثانى أكسيد الكربون جميعه فى تكوين معدن الكالسيت مع الجير أو معدن الماجنيزيت مع الماغنيسيا ، وذلك فقط عند وجود الماغنيسيا بنسبة عالية بين نواتج التحليل . ويكون معدن الكالسيت قبل

البدء فى تكوين معدن الأنورثيت فى حالة وجود ثانى أكسيد الكربون بين نواتج التحليل ، ثم يكون معدن الأنورثيت من الزائد من الجير .

وأولوية استهلاك الماغنيسيا تكون فى معدن السربنتين ما لم يكن الطين موجوداً فى مناطق غنية بصخور الماجنيزيت أو الدولوميت .

ويتكون معدن السربنتين من الماغنيسيا والسيليكا والماء فى حالة توافر المركبين الأخيرين بعد استهلاك ما يلزم منهما فى تكوين معادن الفلسبار والكاولين .

وتحتاج كل ثلاثة جزيئات ماغنيسيا إلى جزيئين من كل من السيليكا والماء فى تكوين معدن السربنتين . ويبرر وجود السربنتين تكون الطين من تحلل الصخور القاعدية .

(٩) لا يمكن التكهن بوجود معدن الموسكوفيت من نتائج التحليل الكيميائى ، بل تدخل مكونات المعدن ضمن معادن الفلسبار والكاولين ، وذلك إذا لم يكن وجود المعدن واضحاً فى الفحص الميكروسكوبى .

(١٠) تستهلك جزيئات التيتانيا مع جزيئات أكسيد الحديدوز فى تكوين معدن الإلمانيت ، ويؤخذ ما يلزم من أكسيد الحديدوز من حساب جزيئات أكسيد الحديديك حيث يكافئ كل جزىء من الثانى جزيئين من الأول،وذلك فى حالة عدم ورود بيانات مفصلة عن أكسيد الحديدوز فى نتائج التحليل الكيميائى ، وفى هذه الحالة يتعين تكوين معدن الإلمانيت من الموجود من أكسيد الحديدوز فقط . وإن تبقى شىء من التيتانيا تبقى منفردة على هيئة معدن الروتيل أو يدخل فى تكوين معدن البيروفسكيت : كا ا ، تى ا٢ مع ما قد يتبقى من الجير بعد تكوين معادنه السابقة .

مثال محلول (١) :

المطلوب حساب المعادن المكونة لعينة من طين من نتائج تحليلها الكيمائى الآتية :

س ا٢ : ٦٤٫٧٨ ٪	كا ا : ٠٫٢٢ ٪
لو٢ ا٣ : ٢٥٫٦١ ٪	بو٢ ا : ٠٫٣٢ ٪
ح٢ ا٣ : ٠٫١٩ ٪	ص٣ ا : ٠٫٢٣ ٪

يد٢ ا : ٨٫٦٥ ٪

الحـــــل :

(١) تحول النسب المئوية للأكاسيد الواردة فى نتائج التحليل إلى نسب جزيئية ، وذلك بقسمة نسبة الأكسيد المئوية على وزنه الجزيئى .

نسبة جزيئيات السيليكا $= \frac{٦٤٫٧٨}{٦٠} =$ ١٫٠٧٧

نسبة جزيئيات الألومينا $= \frac{٢٥٫٦١}{١٠٢} =$ ٠٫٢٥١

نسبة جزيئيات أكسيد الحديديك $= \frac{٠٫١٩}{١٦٠} =$ ٠٫٠٠١

نسبة جزيئيات الجير $= \frac{٠٫٢٢}{٥٦} =$ ٠٫٠٠٤

نسبة جزيئيات البوتاسا $= \frac{٠٫٣٢}{٩٤٫٢} =$ ٠٫٠٠٣

نسبة جزيئيات الصودا $= \frac{٠٫٢٣}{٦٢} =$ ٠٫٠٠٤

نسبة جزيئيات الماء $= \frac{٨٫٦٥}{١٨} =$ ٠٫٤٨٠

(٢) توزع جزيئيات الأكاسيد على المعادن المحتمل وجودها فى الطين ، وذلك باتباع قواعد التوزيع السابقة وأولويتها فى تكوين المعادن . ويسطر لذلك جدول كالآتى لتسهيل عملية التوزيع :

الأكاسيد	س ا ۲	لو ۲ ا ۳	ح ۲ ا ۳	كا ا	بو ۲ ا	ص ۲ ا	يد ۲ ا
نسبة جزيئيات الأكاسيد	١ر٠٧٧	٠ر٢٥١	٠ر٠٠١	٠ر٠٠٤	٠ر٠٠٣	٠ر٠٠٤	٠ر٤٨٠
معادن الطين المقترحة							
٠ر٠٠٣ جزىء أورثوكليز :							
بو ۲ ا ، لو ۲ ا ۳ ، ٦ س ا ۲	٠ر٠١٨	٠ر٠٠٣			٠ر٠٠٣		
الباقي	١ر٠٥٩	٠ر٢٤٨	٠ر٠٠١	٠ر٠٠٤	٠٠٠٠	٠ر٠٠٤	٠ر٤٨٠
٠ر٠٠٤ جزىء ألبيت :							
ص ۲ ا ، لو ۲ ا ۳ ، ٦ س ا ۲	٠ر٠٢٤	٠ر٠٠٤				٠ر٠٠٤	
الباقي	١ر٠٣٥	٠ر٢٤٤	٠ر٠٠١	٠ر٠٠٤	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠ر٤٨٠
٠ر٠٠٤ جزىء أنورثيت :							
كا ا ، لو ۲ ا ۳ ، ۲ س ا ۲	٠ر٠٠٨	٠ر٠٠٤		٠ر٠٠٤			

« تابع الجدول السابق »

الأكاسيد	س ا ٢	لو ٢ ا ٣	ح ٢ ا ٣	كا ا	بو ٢ ا	ص ٢ ا	يد ٢
الباقي	١ر٢٧	٠ر٢٤٠	٠ر٠٠١	....	....	....	٠ر٤٨٠
٠ر٢٤٠ جزىء كاولينيت .							
لو ٢ ا ٣ ، ٢ س ا ٢ ، ٢ يد ٢ ا	٠ر٤٨٠	٠ر٢٤٠					٠ر٤٨٠
الباقي	٠ر٥٤٧	....	٠ر٠٠١	....	....	....	....
٠ر٠٠١ جزىء هيماتيت .							
ح ٢ ا ٣			٠ر٠٠١				
الباقي	٠ر٥٤٧	....	....	....	....	....	....
٠ر٥٤٧ جزىء كوارتز .							
س ا ٢	٠ر٥٤٧						
	....	....	....	....	....	....	....

استخراج النسب المئوية للمعادن المكونة للطين .

المعادن	مكافئ المعدن الجزيئي		وزن المعدن الجزيئي		الوزن		النسبة المئوية	
أورثوكليز	٠ر٠٠٣	×	٥٥٦	=	١ر٦٦٨		١ر٦٦٨ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ١ر٦٦٨
ألبيت	٠ر٠٠٤	×	٥٢٤	=	٢ر٠٩٦		٢ر٠٩٦ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ٢ر٠٩٦
أنورثيت	٠ر٠٠٤	×	٢٧٨	=	١ر١١٢		١ر١١٢ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ١ر١١٢
كاولين	٠ر٢٤٠	×	٢٥٨	=	٦١ر٩٢٠		٦١ر٩٢٠ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ٦١ر٩٢٠
هيماتيت	٠ر٠٠١	×	١٦٠	=	٠ر١٦٠		٠ر١٦٠ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ٠ر١٦٠
كوارتز	٠ر٥٤٧	×	٦٠	=	٣٢ر٨٢٠		٣٢ر٨٢٠ × ١٠٠ / ٩٩ر٧٧٦	= ٣٢ر٨٢٠
مجموع الأوزان					٩٩ر٧٧٦			٩٩ر٧٧٦

مثال محلول (١)

يحل هـــذا المثال بطريقة مختصرة توزع فيها الأكاسيد بعـــد إيجاد نسبة جزيئياتها مباشرة على المعادن المحتمل وجودها فى الطين ، وذلك بضرب عدد الجزيئيات فى الوزن المكافئ الجزيئى للمعدن الأكثر احتمالا فى احتوائه على الأكسيد القاعدى الموجود بين نتائج التحليل الكيمائى . ويستغنى فى هـــذه الطريقة عن توزيع الأكاسيد بين المعادن المختلفة ، كما اتبع فى حل المثال الأول . وذلك كما فى حساب المعادن المكونة لعينة من طين نتائج تحليلها الكيمائى هى .

(١) باقى جزيئيات الألومينا بعد تكوين معادن الفلسبار منها .

الأكاسيد	نسبتها	نسبة الجزيئات			المعادن	نسبة المعادن المثوية
س ا٢	٧٥ر٢٦	٧٥ر٢٦ / ٦٠	=	١ر٢٥٤٣	أورثوكليز	٥٥٦ × ٠ر٠١٤١ = ٧ر٨٤
لو٢ ا٣	١٥ر٢٦	١٥ر٢٦ / ١٠٢	=	٠ر١٤٩٦	ألبيت	٥٢٤ × ٠ر١٠٦٦ = ٥٥ر٨٦
ح٢ ا٣	١ر٠٤	١ر٠٤ / ١٦٠	=	٠ر٠٠٦٥	أنورثيت	٢٧٨ × ٠ر٠٠٦٦ = ١ر٨٤
كا ا	٠ر٣٧	٠ر٣٧ / ٥٦	=	٠ر٠٠٦٦	كاولين	٢٥٨ × ٠ر٠٢٢٣ = ٥ر٧٥ (١)

(١) باقي جزيئات الألومينا بعد تكوين معادن الفلسبار منها.

« تابع الجدول السابق »

الأكاسيد	نسبتها	نسبة الجزيئات			المعادن	نسبة المعادن المئوية
ما	١ر٠٠	١ر٠٠ / ٤٠	=	٠ر٠٢٥٠	ليمونيت	١٧٨ × ٠ر٠٠٦٥ = ١ر١٦
ص ٢ ا	٦ر٦١	٦ر٦١ / ٦٢	=	٠ر١٠٦٦	كوارتز	٦٠ × ٠ر٤٥٥٦ = ٢٧ر٣٤ (١)
بو ٢ ا	١ر٣٣	١ر٣٣ / ٩٤ر٢	=	٠ر٠١٤١	سربنتين	٢٧٦ × ٠ر٠٠٨٣ = ٢ر٢٩ (١)
يد ٢ ا	١ر٢٢	١ر٢٢ / ١٨	=	٠ر٠٦٧٨	المجموع	١٠١ر٠٨

(١) باقى جزيئات الألومينا بعد تكوين معادن الفلسبار منها .

كما يمكن استخراج نسب المعادن المكونة للطين فى خطوة مباشرة واحدة كالآتى :

نسبة معدن الأورثوكليز هى $\frac{١٫٣٣ \times ٥٥٦}{٩٤٫٢}$ = ٧٫٨٤

نسبة معدن الألبيت هى $\frac{٦٫٦١ \times ٥٢٤}{٦٢}$ = ٥٥٫٨٦

نسبة معدن الأنورثيت هى $\frac{٠٫٣٧ \times ٢٧٨}{٥٦}$ = ١٫٨٤

نسبة الكاولين هى $\frac{٢٫٢٧٤٦ \times ٢٥٨}{١٠٢}$ = ٥٫٧٥

وذلك بعد طرح نسبة الألومينا المستعملة فى تكوين معادن الفلسبار من نسبة الأكسيد الكلية فى نواتج التحليل . وهكذا .

فوائد التحليل الكيميائى للطين

للتحليل الكيميائى للطين فوائد أخرى بجانب الاستفادة منه فى استنباط تكوينه المعدنى . ومن أهم هذه الفوائد معرفة درجة النقاء التى يمكن بواسطتها تكوين خلطات صحيحة منه لإنتاج مشغولات سليمة ، كذلك يبين التحليل الكيميائى نوع الشوائب الموجودة فى الطين ومقاديرها كوجود المواد العضوية والكبريت والأملاح الذائبة والمواد التى يجب التخلص منها أو الحد من تأثيراتها الضارة على المشغولات . ويتبين من نتائج التحليل الكيميائى مقادير الزيادة فى مكونات الطين كارتفاع نسب السيليكا أو الجير أو ماء الارتباط مما قد يلحق بالمشغولات أضراراً إن لم تعالج لإيقاف فعلها . كذلك تدل نتائج التحليل الكيميائى للطين على خواصه الحرارية ولون مشغولاته بعد تسويتها .

(١) درجة النقاء :

درجة نقاء الطين هى مقدار ما يحتويه من مادة سيليكات الألومنيوم المائية : لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا . ولا يعتد بلون الطين بعد حريقه فى معرفة درجة نقائه ، فكثيراً ما يكون الطين ذا لون أبيض بعد الحريق وهو محتو على شوائب تغير من صفاته كطين نقى ، ومن أمثلة هذه الحالة طين دكسى الموجود فى كولومبيا البريطانية فهو على درجة كبيرة من دقة الجسيمات واللازبية ، كما أن لون مشغولاته بيضاء بعد تسويتها ، لكنه يحتوى على نسبة عالية من الماغنيسيا التى لا تظهر إلا من تحليله الكيميائى .

كذلك تفيد معرفة درجة نقاء الطين فى معرفة ما يحتويه من مقادير مساعدات الصهر والرطوبة وغيرها من شوائب وتعديل نسب خلطات العجائن الطينية تبعاً لذلك عند تجهيزها . وتوضح الحالة الآتية هذه الناحية :

عند عمل خاطة طينية لمشغول معين تتكون خاطته من المكونات النقية الآتية :

٢٧ ٪ طينة لازقة .

٢٨ ٪ طين صينى .

٢٩ ٪ مسحوق رلط .

١٥ ٪ فلسبار .

استعملت الخامات ذات التكوين الآتى :

الطينة اللازقة :

٩٠ ٪ طينة لازقة نقية ،

٦ ٪ فلسبار ،

٤ ٪ زلط .

الطينى الصينى :

٩٤ ٪ كاولينيت

٦ ٪ زلط

الفلسبار :

يحتوى على ١٠ ٪ زلط

عدل نسب الخلطة المطلوبة حسب مكونات الخامات المستعملة .

الحل :

١ — كمية خامات الطينة اللازقة المكافئة

لمقدار ٢٧ ٪ طينة لازقة نقية = $\frac{٢٧ \times ١٠٠}{٩٠}$ = ٣٠

٢ — كمية خامة الطين الصينى المكافئة

لمقدار ٢٨ ٪ طين صينى نقى = $\frac{٢٨ \times ١٠٠}{٩٤}$ = ٢٩٫٨

٣ — مقدار الفلسبار فى ٣٠ ٪ طينة لازقة = $\frac{٣٠ \times ٦}{١٠٠}$ = ١٫٨

تطرح هذه الكمية من مقدار الفلسبار النقى فى الخلطة

١٥ — ١٫٨ = ١٣٫٢

٤ — كمية خام الفلسبار المكافئة

لمقدار ١٣٫٢ ٪ فلسبار نقى = $\frac{١٣٫٢ \times ١٠٠}{٩٠}$ = ١٤٫٧

٥ — كذلك تحتوى كمية الطينة اللازقة الخام المستعملة فى الخلطة بعد التعديل على $\frac{٣٠ \times ٤}{١٠٠}$ = ٢ر١ من الزلط

٦ — كما تحتوى كمية الطين الصينى الخام المستعملة فى الخلطة بعد تعديلها على $\frac{٢٩ر٨ \times ٦}{١٠٠}$ = ٨ر١ من الزلط

٧ — وتحتوى كمية الفلسبار الخام المستعملة فى الخلطة بعد تعديلها على $\frac{١٤ر٧ \times ١٠}{١٠٠}$ = ٥ر١ من الزلط

٨ — وعلى ذلك يكون مجموع مقادير الزلط المضافة كشوائب ضمن الخامات المستعملة السابقة هى ٢ر١ + ٨ر١ + ٥ر١ = ٥ر٤

تطرح هذه الكمية من مقادير الزلط المطلوب إضافته فى الخلطة لتصبح ٢٩ — ٥ر٤ = ٥ر٢٤

وعلى ذلك تصبح مقادير مكونات الخلطة المطلوبة من الخامات المستعملة هى:

٣٠ ٪ من خامة الطينة اللازقة .

٨ر٢٩٪ من خامة الطين الصينى .

٧ر١٤٪ من خامة الفلسبار.

٥ر٢٤٪ من الزلط .

(٢) وجود المواد العضوية :

ليس للمواد العضوية السهلة التطاير تأثير ضار على المشغولات الخزفية طالما كان تطايرها يتم فى درجات حرارة التسوية المنخفضة وجسم المشغول ما زال

مساميا تخرج منه بسهولة قبل مرحلة أكسدته . وإنما يحدث الضرر من وجود مواد كربونية غير متطايرة كالجرافيت أو صعبة التطاير كالمواد الأسفلتية أو القارية ، فهذه مواد يحتبسها الجسم الخزفى داخل بنيته الزجاجية المتكونة فى فى مراحل التزجيج،ويستمر بقاؤها فيه دون تطاير حتى مراحل التسوية ذات درجات الحرارة العالية عندما تتحلل مسببة حدوث انتفاخات وانبثاقات تضر بجسم المشغول . كما تعمل المواد الكربونية الصعبة التطاير على اختزال أكسيد الحديد وثالث أكسيد الكبريت الناتج عن تفكك الكبريتات مكونة مواد من أكسيد الحديدوز والكبريت التى تضعف من متانة الجسم وتسبب اسوداد داخله . وأخطر مايكون تأثير المواد العضوية هو فى مشغولات الطينات الجيرية والحديدية ذات درجات حرارة تسوية منخفضة .

وللتخلص من المواد العضوية تجرى عمليات تسوية المشغولات المحتوية عليها فى جو مؤكسد يعمل على تحويلها إلى غازات متطايرة فى درجات الحرارة المنخفضة قبل مرحلة تكوين البنية الزجاجية التى تحول دون خروجها من الجسم .

(٣) وجود الكبريت :

يسبب وجود المواد الكبريتية تولد غازات فى أثناء عمليات تسوية المشغولات المحتوية عليها . وتحدث تلك الغازات تورمات وانتفاخات داخل جسم المشغول وانبثاقات فى سطحه إذا احتبست داخله دون أن تتسرب إلى الخارج قبل مرحلة تزجج الجسم ومعاودة محاولة خروجها عند أكسدتها فى درجات حرارة التسوية العالية . وأخطر المواد الكبريتية المسببة لتلك الأضرار مواد البيريت والمرقشيتا .

وتأثير المواد الكبريتية أقل ضرراً فى الطينات ذات الخواص الحرارية العالية من تأثيرها فى الطينات ذات الخواص الحرارية المنخفضة، وذلك لسرعة تزجيج مشغولات الثانية قبل إتمام أكسدة وتطاير المواد الكبريتية واحتباسها داخله .

كذلك يدل وجود الكبريت وخاصة ثالث أكسيد الكبريت فى نواتج التحاليل الكيميائى للطين على وجود أملاح كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم القابلة للذوبان . ولهذه المواد مضارها التى سنتناولها فى موضوع الأملاح الذائبة .

وللتخلص من المواد الكبريتية يعمل على أكسدتها وتطايرها من داخل الجسم قبل مرحلة تزججه مثلها فى ذلك مثل طرق التخلص من المواد العضوية السابقة . لذلك تسوى الأجسام المحتوية على مواد كبريتيـة فى جو مؤكسد مع إطالة فترة تسويتها فى درجات الحرارة المنخفضة حتى يتمكن من التخلص الكامل من تلك المواد على هيئة غازات متطايرة قبل تكون البنية الزجاجية فى جسم المشغول. كذلك تساعد المواد الخشنة المحدثة لمسامية الجسم على تسرب الغازات إلى خارجه . كذلك تعمل بعض أنواع البكتيريا على التخلص من الكبريت فى الجسم الطينى بعد تشكيله ويخرج على هيئة غاز كبريتيد الأيدروجين، لذلك ينصح بترك الجسم الطينى بعد تشكيله فترة طويلة قد تصل إلى عدة شهور فى مكان دافئ مناسب لنمو البكتيريا .

ويوجد الكبريت فى الطين على هيئة مركبات كبريتية ذائبة ، أو على هيئة معـدنى البيريت والمرقشيتا ، أو على هيئة مركبات الثيوسيليكا والثيوسيليكات .

(٤) وجود الأملاح القابلة للذوبان[١] :

تحتوى جميع أنواع الطينات الطبيعية بوجه عام على نسب متفاوتة من الأملاح الذائبة . ويتوقف نوع هذه الأملاح على طبيعة الأرض المستخرج منها الطين . كذلك تتغير نسب وجود هذه الأملاح تبعاً لفترات ومواعيد تخزين الطين قبل استعماله .

مصادر هذه الأملاح :

تتعدد مصادر الأملاح القابلة للذوبان فى الطينات ، فيرجع وجودها إلى المصادر الآتية :

(١) المياه الجوفية : وهى أغلب المصادر التى تتسرب منها الأملاح إلى الطين وذلك عند ارتفاع تلك المياه المحتوية على أملاح كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم ذائبة فيها من داخل القشرة الأرضية ، وترتفع المياه الجوفية خلال مسام الصخور الأرضية بالخاصة الشعرية وتستقر على سطح التربة أو الطين لحين تبخرها وترك ما بها من أملاح تختلط بالطين. ونجد هذه الظاهرة واضحة فى طفال إسنا بالوجه القبلى حيث تتصاعد محاليل نترات الصوديوم وكلوريده وكذلك الجس إلى طبقات الطفل العليا، وتتركز بفعل البخر السطحى حتى تصل نسبتها إلى ٢٤ تقريبا فى القشرة السطحية منها، بينما لا تزيد نسبتها على ٤./ فى الطبقات تحت القشرة .

---

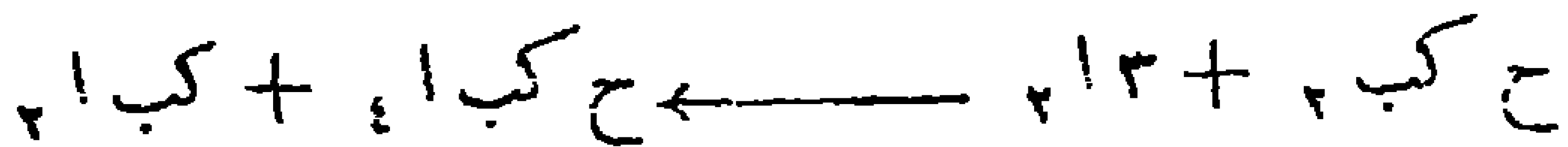
(١) كولين : استعمال كربونات الباريوم لمنع تكوين الريم فى الأجسام الخزفية . مجـلة المختار من الخزف (طبعة ما وراء البحار) ، (١) ، رقم ٧ ، ٢٤٢ — ٢٤٧ ، أبريل ١٩٥٠

(٢) تلوث الطينات عند استعمال مياه الآبار والينابيع العسرة المحتوية على أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم ذائبة فيها فى عمليات تليين الطين وعجنه .

(٣) تتكون الأملاح الذائبة فى الطين المحتوى على شوائب من البيريت عند تعرضه للعوامل الجوية. فيتفتت الطين فى فصول السنة الجافة وتزداد مساحة السطح المعرض منه للهواء، وتتكشف البيريت لفعل أكسجين الهواء الذى يؤكسدها إلى كبريتات الحديد كما فى التفاعل الآتى .



وقد يتصاعد ثانى أكسيد الكبريت عند زيادة عملية الأكسدة مع تحول البيريت إلى كبريتات الحديد — وذلك كما فى التفاعل الآتى :



ويحدث فى فصول الأمطار أن تذوب الكبريتات وتختلط بالطين أو يتفاعل محلولها مع محاليل أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم الموجودة فى المنطقة مكونة كبريتات الكالسيوم والماغنيسيوم ، وتتحول كبريتات الحديد إلى مركبات حديد أخرى .

(٤) يعتبر الوقود الطبيعى من فحم أو بترول عند ما يحتوى على مواد كبريتية مصدراً من مصادر هذه الأملاح الذائبة ، وذلك لتحول المواد الكبريتية عند احتراقها فى أفران التسوية إلى حامض كبريتيك يذيب مركبات الطين المعدنية مكونا كبريتاتها التى تختلط بالمشغولات الطينية داخل الأفران ما لم توضع داخل صناديق مستورة عن اللهب .

(٥) تنتج عمليات تميؤ الطين إلى السيليكا المائية القابلة للذوبان .

(٦) تسبب أنواع البكتيريا الكبريتية تحال المواد الكبريتية عديمة الذوبان إلى مركبات كبريتية تقبل الذوبان .

ومن الملاحظ ازدياد نسبة الأملاح الذائبة فى الطينات القريبة من المجارى المائية وفى المناطق الرطبة عن نسبتها فى الأماكن البعيدة عن تلك المجارى، وفى المناطق الجافة . ويعمل ادمصاص سطح دقائق الطين لأيونات هذه الأملاح على بقائها فيه وصعوبة التخلص منها فى عمليات الغسيل والتنقية .

وتتفاوت مقادير ونوع هذه الأملاح من طينة لأخرى ، فقد وجد ميللور أن بعض الطينات الكروية تفرز نحو ٤ر٠٪ من الأملاح الذائبة ، بينما يفرز الطين الصينى مقداراً بسيطا منها لا يتجاوز ٠١٥ر٠٪ ومن أنواع الطين ماهو خال تماماً من هذه الأملاح، ومنها مايحتوى على نحو ٥ر١٪ منها أو أكثر من ذلك .

أنواع الأملاح الذائبة وتأثيراتها :

تنقسم الأملاح الذائبة من حيث نوعها ودرجات تأثيرها الضار على خواص الطين ومشغولاته إلى أربعة أقسام هى :

(١) الأملاح القلوية : وذلك مثل أملاح البوتاسيوم والصوديوم ، كما يضم هذا القسم أملاح البورات أيضاً . وأملاح هذا القسم شديدة الذوبان فى فى الماء سهلة التسرب من الطين ، لذلك يندر وجود هذه الأملاح فى الطينات إلا حيث يكثر وجودها فى المناطق المجاورة للطين ، أو فى المناطق الصحراوية حيث ينعدم الماء الذى يعمل على إذابتها وتسربها من الطين . وتوزع هذه

الأملاح توزيعاً غير منتظم فى طبقات الطين فهى إذ تتركز فى طبقاته العليا السطحية تكاد تنعدم فى الطبقات السفلى والطبقات المغطاة منه ، وذلك كما فى طفل إسنا حيث تتركز نترات الصوديوم فى القشور السطحية من رواسبه بالغة نحو ٢١ ٪ من الصخر ، بينما لا تتجاوز نسبتها ٤ر٠٪ فى الطبقات السفلى.

ويسبب وجود الأملاح القلوية فى الطين انخفاضا فى خواصه الحرارية ، إذ تعمل كمساعدات صهر ، ولا تؤثر هـــذه الأملاح تأثيراً ضاراً فى لون المشغولات الطينية بعد تسويتها. وللأملاح القلوية عند وجودها بمقادير مناسبة تأثير مفيد فى تحسين نعومة سطح أجسامها الخزفية ، كما تساعد عند وجودها فى سطح المشغول على ارتباط طبقات التزجيج به، وتصلح مشغولاتها فى عمليات التذهيب والتمليح . وتستعمل الطينات القلوية لخاصة قدرة ربطها فى خلطات البطانة والخلطات المستعملة فى زخرفة تحت التزجيج فى مشغولات الفخار الأحمر .

(٢) الأملاح القلوى أرضية : وذلك مثل أمـــلاح الكالسيوم والماغنيسيوم ، ولهذه الأملاح أضرار ملحوظة على خواص المشغولات المحتوية عليها ، فهى تسبب تشويه سطح الجسم بتكوينها طبقات من الريم والرغاوى والفقاقيع عليه بعد التسوية : وأكثر الأملاح القلوى أرضية انتشاراً فى الطينات هى الجبس الذى هو أكثر الأملاح الذائبة عامة إضرارا بالمشغولات الخزفية . أما كبريتات الماغنيسيوم فهى أقل من الجبس وجوداً فى الطين وإضراراً به وبمشغولاته . وترجع أضرار الجبس للمشغولات إلى قلة ذوبانه فى الماء ، إذ يذوب بنسبة جزء منه لكل ٤١٥ جزءاً من الماء فى درجات الحرارة العادية، لذلك فمن الصعب التخلص منه فى عمليات التنقية بالغسيل ، واستمرار وجوده

فى الطين المغسول وعودته ليذوب فى ماء التليين، والعجن ،ويختلط محلوله بجسم المشغول متخللا مسامه،ويرتفع إلى سطح الجسم حيث يتبخر الماء عند التسخين فى عمليات التسوية تاركا طبقات بيضاء تعرف عند الخزافين بالريم . ومما يعمل على استمرار فعل كبريتات الكالسيوم الضار عدم تفكك المادة قبل درجة حرارة ١٢٠٠° م . الدرجة التى لا تصل إليها تسوية كثير من منتجات الطين الفخارية والزلطية ، كذلك تعمل قوة تماسك والتصاق ريم المادة بسطح المشغول على صعوبة إزالته بالماء أو بسوائل التنظيف العادية . وليس لباقى المركبات القلوى أرضية إضرار على المشغولات الخزفية كإضرار كبريتات الكالسيوم فيتحول أيدروكسيد الكالسيوم إلى الكربونات بمجرد ارتفاعه على سطح الجسم لاتحاده بثانى أكسيد الكربون الموجود فى الفرن ، ومن السهل إزالة طبقة كربونات الكالسيوم من فوق سطح الجسم بغسلها بسوائل تحتوى على حامض الأيدروكلوردريك المخفف . أما كلوريد الكالسيوم فهى مادة شديدة التميع سهلة الإزالة عند غسيلها بالماء . كذلك تتحلل مادة فلوريد الكالسيوم بسرعة فى درجات الحرارة المنخفضة ، لذلك تعتبر رواسب تلك المواد ريما مؤقتاً يسهل إزالته .

والريم الناتج من طفح كبريتات الكالسيوم أكثر وضوحاً على سطح المشغولات الحمراء والبنية من وضوحه على سطح المشغولات فاتحة اللون . ولريم كبريتات الكالسيوم قدرة امتصاص وهضم بعض موادطبقات التزجيج المطبقة فوقه لاتحاده بها فى عمليات نضج التزجيج، وتعمل هذه الخاصة على محو آثار ذلك الريم من فوق سطح الجسم، كما تقوى من ارتباط طبقات التزجيج والتصاقها بسطح المشغول .

(٣) أملاح الحديد القابلة للذوبان : وذلك مثل كبريتات الحديد وأكاسيده المائية .

وهذه مواد أقل وجوداً وإضراراً من أملاح الكالسيوم .

وتطفح هذه المواد عند وجودها فى جسم المشغول على سطحه فى عمليات التسوية مكونة نوعا من الريم الأحمر أو البنى ضعيف الوضوح على سطح المشغولات قاتمة الألوان ، لكنها تظهر على سطح المشغولات ذات الألوان الفاتحة ، وذلك على عكس ريم كبريتات الكالسيوم أبيض اللون . وقد يستفاد من لون الريم الحديدى كزخرف مصادف عند تباينه مع لون سطح مشغوله ، وذلك كما فى حالات مشغولات تربيعات وطوب الوجهات .

(٤) أملاح الفاناديوم : وهذه أقل وجوداً فى الطين من أملاح الكالسيوم والحديد ، كما أنها أقل إضراراً من أملاح الكالسيوم . ويبدو ريم هذه الأملاح على شكل مجموعات الزهور والأوراق الخضراء المصفرة تزين سطح المشغول المتباين معها فى اللون وخاصة ما كان منه ذا لون أحمر قاتم ، ويتكون ريم أملاح الفاناديوم عند مقاومتها للاتحاد بسيليكات الأجسام الخزفية فى درجات حرارة التسوية العالية .

ويجب أن نفرق بين ريم أملاح الفاناديوم على سطح المشغولات الخزفية وبين ما يشاهد من بقع خضراء أو صفراء على السطح الخارجى لسقوف التربيعات والطوب فى الأماكن الرطبة والتى تنتج من نمو بعض أنواع الفطر على سطح تلك المشغولات المسامية الرطبة .

وللريم الحديدى والفاناديومى تأثير ضار عند تزجيج سطح أجسامها

وذلك بعكس تأثير ريم كبريتات الـكالسيوم في هذه الناحية ، فيقاوم ريم المركبات الحديدية والفاناديومية الاتحاد بمواد طبقات التزجيج، ويضعف من ارتباط والتصاق طبقاته بسطح المشغول وخاصة مشغولات الفخار الأحمر .

قابلية ذوبان الأملاح المشهورة[١] :

يبين الجدول الآتى قابلية ذوبان الأملاح المشهورة فى الماء فى درجات الحرارة العادية ، وذلك كمقدار الملح بالجرامات الذائبة فى مائة جرام من الماء :

المركب	الوزن الجزيئى	قابلية الذوبان	المركب	الوزن الجزيئى	قابلية الذوبان
كا كب ا٤	١٣٦	١٧٩ر٠	با ك ا٣	١٩٧	٠٠٢٢ر٠
كا كب ا٤ ، ٢ يد٢ ا	١٧٢	٢٤١ر٠	با كب ا٤	٢٣٣	٠٠٠١ر٠
كا ك ا٣	١٠٠	٠٠١٣ر٠	با كل٢ ، ٢ يد٢ ا	٢٤٤	٣٦ر٢
كا (ا يد)٢	٧٤	١٧ر٠	با فل٢	١٧٥	١٦٣ر٠

(١) كتاب شركة المطاط الـكيميائية فى الـكيمياء والطبيعة .

تابع الجدول السابق

المركب	الوزن الجزيئى	قابلية الذوبان	المركب	الوزن الجزيئى	قابلية الذوبان
كا كل٢	١١١	٤٩ر٦	با (ا يد)٢ ، ٨ يد٢ ا	٣١٦	٥٦ر٥
كا كل٢ ، ٦ يد٢ ا	٢١٩	٣٧ر٣	با كب	١٦٩	يتحلل
كا فل٢	٧٨	٠٠٣٧ر٠	ح ك ا٣	١١٦	لا يذوب
كا كب	٧٢	يتحلل	ح كل٢ ، ٤ يد٢ ا	١٩٩	١٦٠ر١
ما ك ا٣	٨٤	٠١٠٦ر٠	ح (ا يد٢)٢	٩٠	٠٠٠٦٧ر٠
٤ ما ك ا٣ ، ما (ا يد)٢ ، ٥ يد٢ ا	٤٨٦	٠٤ر٠	ح كل٣	١٦٢	٧٤ر٣٩
ما كل٢ ، ٦ يد٢ ا	٢٠٣	١٦٧	ح كل٣ ، ٦ يد٢ ا	٢٧٠	٢٤٦
ما (ا يد)٢	٥٨	٠٠٠٩ر٠	ح (ا يد)٣	١٠٧	لا تذوب

طرق التخلص من تأثيرات الأملاح الذائبة الضارة :

تعتبر مادة كبريتات الكالسيوم من أكثر المواد الضارة بالمشغولات الخزفية — لذلك فهي من المواد التي تسترعي الانتباه عند وجودها في الطين وتعمل الاحتياطات اللازمة لإزالتها من الطين أو إبطال فعلها الضار على المشغولات . وأهم الطرق المتبعة للتخلص من التأثيرات الضارة لتلك المادة هي:

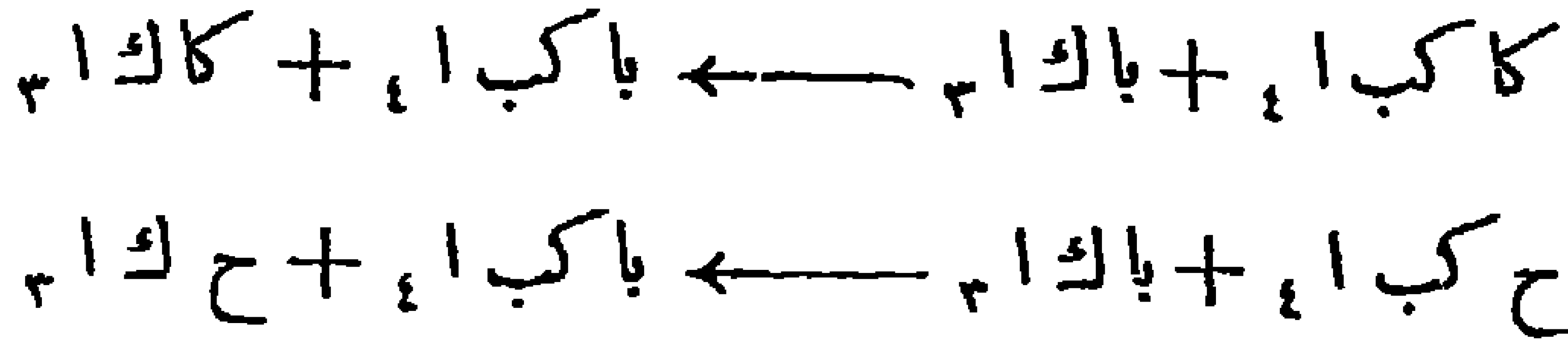
(١) إزالتها بالغسيل .

(٢) إبطال فعلها بالترسيب .

طريقة الغسيل : تترك بعض مصانع الخزف وخاصة في البلاد الممطرة خاماتها الطينية معرضة فترات طويلة قد تصل إلى ثلاث سنوات، لفعل الأمطار الهاطلة فتذوب مادة كبريتات الكالسيوم في مياه الأمطار الغزيرة ويتخلص الطين منها بعد ذلك . وهذه طريقة ناجحة رخيصة التكاليف . إلا أن هذه الطريقة غير متيسرة في مصر لعدم توافر الأمطار وسقوطها بصفة مستمرة . كذلك لاتصلح طريقة الغسيل هذه في حالة الطينات المحتوية على البيريت التي تسبب عمليات الغسيل لها ارتفاع نسبة الكبريتات في الطين لأكسدة المعدن بأكسجين الهواء إلى كبريتات، لذلك يفضل اتباع طريقة الترسيب الآتية لإبطال فعل الكبريتات .

طريقة الترسيب : وفيها ترسب كبريتات الكالسيوم على هيئة كربونات الكالسيوم وكبريتات الباريوم ، وكلاهما عسر الذوبان في الماء . وتستعمل للترسيب محاليل كربونات الباريوم بصفة أساسية أو أي محلول باريومي آخر

مثل الأيدروكسيد أو الكلوريد أو الفلوريد . والتفاعل الحادث فى عمليات الترسيب هو :



وفى حالة استعمال محاليل أيدروكسيد الباريوم أو كلوريده أو فلوريده مع محلول كبريتات الكالسيوم ينتج مع كبريتات الباريوم الناتجة مركبات من أيدروكسيد أو كلوريد أو فلوريد الكالسيوم ، وهذه ذات تأثيرات مؤقتة يسهل التخلص منها كما سبق ذكر ذلك .

كميات أملاح الباريوم اللازمة لترسيب كبريتات الكالسيوم :

يتوقف فعل أملاح الباريوم فى ترسيب الكبريتات على مقدار نشاط الملح . ويحد من نشاط الملح فى العملية ما يدمص منه على سطح دقائق الطين ومقدار ما لايتفاعل منه نتيجة لعدم جودة اختلاطه بالطين . وينصح بعض الخزافين بإضافة الملح بمقدار ضعف كمية الكبريتات فى الطين . وتتراوح مقادير الملح المستعملة فى أغراض ترسيب الكبريتات ما بين ٥ر٠ —١٪ من وزن الطين الجاف عادة .

إلا أنه يجب الحذر من زيادة مقدار ملح الباريوم المضاف إلى الطين عن القدر اللازم لترسيب الكبريتات ، إذ تعمل الزيادة من ملح الباريوم عمل الأملاح الذائبة وتسبب متاعب أخرى للمشغول عند تسويته . لذلك يجب حساب الكميات اللازمة من أملاح الباريوم فى عملية ترسيب الكبريتات

حساباً مضبوطاً فى كل عملية ترسيب تجرى للطين . وتقدر كمية الملح الباريومى اللازمة لعملية الترسيب بإحدى الطرق الآتية :

(١) حساب مقدار ملح الباريوم اللازم لترسيب مقدار كبريتات الكالسيوم الموجودة فى الطين من نتائج التحليل الكيميائى للطين ، فيحتاج كل جرام واحد من الكبريتات على هيئة ثالث أكسيد كبريت المدون فى نتائج التحليل إلى ٢٥ر٠ جراما من كربونات الباريوم، أو يحتاج كل جرام واحد من كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) إلى ١١٤ر٠ جراماً من كربونات الباريوم .

(٢) التقدير المباشر لكمية ملح الباريوم اللازمة لعملية الترسيب .

(٣) التقدير المباشر لكمية كربونات الباريوم اللازمة لعملية الترسيب .

ويحتاج عند استعمال أملاح الباريوم وخاصة كربوناتها إلى تقدير نشاطها أو الكمية الفعالة فى المادة الباريومية المستعملة فى كل من درجة حرارة التفاعل ومدته . ويبلغ نشاط كربونات الباريوم الصناعية ٣٦ — ٣٨ ٪ من وزنها ، أما الأنواع الطبيعية مثل الويذريت فضعيفة النشاط إذ يقل عن ٢٥ ٪ من وزنها ، لذلك فلا ينصح باستعمالها .

أملاح الباريوم المستعملة فى عمليات ترسيب الكبريتات :

أكثر مركبات الباريوم المستعملة فى عمليات الترسيب هى كربونات الباريوم الصناعية لنعومتها ونشاطها ورخصها، وقلما تستعمل مركبات الباريوم الأخرى لغلو ثمنها من جهة ولتكوينها لبعض أنواع الأملاح الذائبة التى تحتاج إلى عمليات تنظيف وإزالة ما تخلفه من ريم مؤقت .

وعند استعمال أيدروكسيد الباريوم لغرض الترسيب تضاف بكمية أقل من المقدار المحسوب ثم يتم ترسيب باقى الكبريتات بإضافة محلول كربونات الباريوم حتى لايتسبب عن وجود زائد من أملاح الباريوم الذائبة مضار بالمشغول عند تسويته . ويفضل استعمال أيدروكسيد الباريوم فى بعض عمليات الترسيب عن استعمال كربونات الباريوم لبطء تفاعل الأخير . وتستعمل كربونات الصوديوم اللامائية بدلا من كربونات الباريوم لإتمام ترسيب الكبريتات الذائبة عند استعمال أيدروكسيد الباريوم أو أملاح الباريوم الأخرى كعوامل ترسيب، ويفضل استعمال كربونات الصوديوم فى هذه الناحية لرخصها عن كربونات الباريوم، ولما تكسبه من لازبية للطين. وفى حالة استعمال كربونات الصوديوم بمقادير كبيرة يجب أن يلبس العمال قفازات من المطاط حتى لايؤذى تأثير المادة الكاوى أيديهم فى عمليات العجن .

وتستعمل فى بعض الأوقات محاليل كلوريد الباريوم أو فلوريده فى عمليات الترسيب وتتساوى المادتان فى الميزان والمضار وطريقة الاستعمال مع مادة أيدروكسيد الباريوم، ويجب مراعاة أن أملاح ومركبات الباريوم الذائبة فى الماء ذات تأثير سام لمن يتناولها داخل جسمه . وتعالج الإصابات بشرب المصاب محلول كبريتات الصوديوم .

ويستعمل الآن الرماد الأسود وهو كبريتيد باريوم تجارى فى عمليات الترسيب، ويتحلل الرماد فى الماء إلى أيدروكسيد الباريوم ويتصاعد غاز كبريتيد الأيدروجين، ولما كان الغاز الناتج كريه الرائحة مما يسبب مضايقات للمشتغلين فى العملية، لذلك يستعمل الرماد وهو جاف فيخلط المقدار اللازم منه بالطين خلطاً جافاً، وينتج الرماد الأسود من عمليات اختزال الباريت

(كبريتات الباريوم الطبيعية) أو كبريتات الباريوم الصناعية الناتجة كفضلات من بعض الصناعات، وتجرى عملية اختزال المادة بتسخينها مخلوطة مع تراب الفحم .

طرق إضافة أملاح الباريوم :

تضاف أملاح ومركبات الباريوم فى عمليات الترسيب على عدة طرق ، هى .

١ — تضاف كربونات الباريوم إلى الطين الجاف قبل طحنه فى طواحين الخلط الرطبة أو تضاف إلى الطين قبل وضعه فى أحواض التليين .

٢ — تضاف كربونات الباريوم إلى ماء التليين بالنسبة المطلوبة مع تقليب الماء باستمرار للحصول على محلول معلق متجانس منها ، ثم يضاف المحلول المعلق إلى الطين بمقادير معينة عن طريق أنابيب يمر فيها .

٣ — يستخدم سيفون طافى لتزويد الطين بالكميات اللازمة من محلول كلوريد الباريوم أو أيدروكسيده .

ولا تضاف الكربونات على هيئة مسحوق جاف إلى الطين الرطب فى طواحين الخلط ، إذ تفقد الكربونات جزءاً كبيراً منها دون أن يتفاعل مع الكبريتات الذائبة فى الطين .

زيادة نسبة مكونات الطين

تناولنا من فوائد التحليل الكيميائى للطين معرفة درجة نقائه والانتفاع بها فى تعديل نسب مكونات الخلطات حسب درجة نقاء خاماتها ، كذلك

يدل التحليـــــل الـكيميائى على نوع ومقدار الشوائب الضارة بالطين ويستفاد من ذلك تلافى أضرار تلك الشوائب قبل تشغيل الطـين فى العمليات الخزفية .

ويدل التحليل الـكيميائى للطين على ارتفاع نسبة بعض مكوناته الآتية :

١ — زيادة نسبة ماء الارتباط :

كمية الماء المرتبط بالطين حسب التقدير النظرى هى ١٣٫٩٪ ، وترتفع هذه النسبة فى مركبات سيليكات الألومنيوم المائية الأخرى ، كما فى معادن الهولويسيت والألوفين وغيرهما من معادن أشباه الطين ، ولا يخرج ماء الارتباط من الشغولات الطينية فى أثناء عمليات تجفيفها ، بل يتبقى منه مايزيد على ١٠٪ من وزن الطين بعد تسخينه فى درجة حرارة ١١٠°م ، ولا يتم التخلص من جميع ماء الارتباط فى طين جسم المشغول قبل تسخينه إلى درجة حرارة ٣٣٠°م ، وتسبب زيادة ماء الارتباط فى الطين كبر معامل انكماش مشغولاته، وما يترتب على ذلك من حدوث التشقق والتشريخ فى الأجسام عند تسويتها ، وتعالج الطينات المحتوية على نسب عالية من ماء الارتباط بإضافة مواد خشنة تعمل على خفض معامل الانكماش عند التسوية .

ومما يجدر ملاحظته أن الفقد فى وزن الطين عند تسخينه لا يرجع فقط إلى خروج ما به من ماء بصفة دائمة فقد يكون الفقد فى الوزن نتيجة لتطاير المواد العضوية الـكربونية أو نتيجة تفـكك الـكربونات عند وجودها بالطين .

٢ — ارتفاع نسبة السيليكا :

يدل ارتفاع نسبة السيليكا فى الطين عن معدلها إلى وجود معدن الـكوارتز

أو إلى وجود حامض سيليسيك أو مواد سيليسية أخرى ، ويجب مراعاة ذلك عند إضافة مساعدات الصهر إلى خلطات الطين السيليسى .

٣ — ارتفاع نسبة الجير :

يسبب ارتفاع نسبة الجير فى الطين قصر المسافة أو المدى الحرارى بين بدء عملية التزجيج وليونة الجسم عند تسويته . لذلك يسبب الجير عند وجوده بنسبة مرتفعة فى الطين سرعة انصهار المشغول وخاصة تحت تأثير ثقل الشحنات فى أفران التسوية . ويحدث هذا عندما يكون الجير موزعا توزيعاً متجانساً فى فى جسم المشغول . أما إذا كان الجير موجوداً على هيئة فتات خشنة لم يعتن بطحنها وخلطها جيداً فيسبب عندئذ حدوث انتفاخات وبثور على سطح المشغول عند التسخين، كذلك تسبب تلك الأجسام الخشنة حدوث تشقق أو تشريخ عندما تتسرب إليه الرطوبة لزيادة حجمه .

استنتاج بعض خواص الطين

يمكن استنتاج بعض خواص الطين من نتائج تحليله الكيميائى ، وذلك كما فى حالة الخواص الآتية :

(١) الخواص الحرارية :

يمكن الاستدلال على خواص الطين الحرارية مما تحتويه نتائج تحليله الكيميائى من أكسيد الحديديك والجير والماغنيسيا والقلويات وغيرها من مساعدات الصهر الأخرى ، فتنخفض خواص الطين الحرارية إذا احتوى على نسب عالية من مساعدات الصهر . كما أن لنوع مادة مساعد الصهر دخلا كبيرا فى خفض خواص الطين الحرارية بجانب كميته .

وترتفع خواص الطين الحرارية بارتفاع نسبة الألومينا فيه عن المعدل .

(٢) اللون بعد التسوية :

يمكن الاستدلال بصفة تقريبية على لون المشغول الطينى بعد تسويته مما يحتويه تقرير التحليل الكيميائى للطين من أكاسيد ذات تأثير لونى كأكسيد الحديديك وأكسيد المنجنيز والروتيل وغيرها .

أما الألومينا والجير والمغنيسيا فبسبب وجودها فتح اللون .

ويتفاوت لون المشغول الطينى بعد تسويته إذا كانت نسبة الأكسيد به تقل عن ١ ٪ ، ويصبح لونه قمحياً إذا تراوحت نسبة الأكسيد فيه بين ١ — ٣ ٪ ، ويقتم لون المشغول بعد التسوية إذا زادت نسبة الأكسيد به على ٣ ٪ ، ومن الصعب التكهن بدرجة اللون الناتج بعد التسوية عند زيادة نسبة أكسيد الحديديك على ٣ ٪ ، ويحتاج لمعرفة لون الجسم بعد التسوية إلى حريق عينة من الطين ليتثنى معرفة اللون الحقيقى للجسم بعد تسويته ولنعومة الأكسيد وحالة وجوده بالطين وما يحتويه الأخير من مواد أخرى وكذلك لطريقة المعالجة الحرارية لمشغول، كل ذلك له تأثير على لون المشغول بعد تسويته بجانب ما به من نسبة أكسيد الحديديك .

مســـائل

١ — استنتج واحسب النسب المئوية لمكونات عينة من الطين وزنها ٠٫٩٩٩٨ من الجرام ، كان وزن الراسب المتخلف من هضم العينة فى حامض الكبريتيك المركز هو ٠٫٣٩٠٨ من الجرام ، ووزن الفلوريدات المتطايرة من العينة هو ٠٫٢٩٧٠ من الجرام .

٢ — استنتج واحسب النسب المئوية لمكونات طين نتائج تحليل عينة من :

وزن العينة = ٠ر٩٩٦٨ من الجرام .

وزن الراسب المتخلف من هضم العينة فى حامض

كبريتيك مركز = ٠ر٤٠٢٦ من الجرام .

وزن الألومينا فى الراسب السابق = ٠ر٠١٨١ من الجرام .

٣ — احسب النسب المئوية لأكاسيد المعادن الآتية :

(ا) الكاولينيت : لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا .

(ب) الأورثوكليز : بو$_{٢}$ ا ، لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٦ س ا$_{٢}$.

(حـ) الطباشير : كا ك ا$_{٣}$.

(د) البوراكس : ص$_{٢}$ ب$_{٤}$ ا$_{٧}$ ، ١٠ يد$_{٢}$ ا .

(هـ) الموليت : ٣ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$.

٤ — احسب نسبة الرطوبة والفقد فى وزن الطين بعد تسويته فى العينات الآتية ، وذلك على أساس :

١ — وزن العينة أو الوزن الرطب .

٢ — الوزن الجاف .

٣ — الوزن بعد التسوية .

رقم	وزن العينة	وزن العينة الجافة	وزن العينة بعد التسوية
١	٢٣٨	٢٢٧	٢٠١
٢	٤٩٦	٤٥٦	٤٠١
٣	٣٨١	٣٨٠	٣٢٦
٤	٤٢١	٤٠٠	٣٩٨
٥	٤٣٢	٣٢٠	٢٩٧
٦	٦٧٢	٥٢١	٤٣٦

د — إذا كانت نسبة الفقد في الوزن بعد التسوية في عينة من الطين هي ١٨٪ ، فأحسب نسبة الفقد في الوزن على أساس العينة بعد تسويتها .

٦ — إذا كانت نسبة الفقد في الوزن بعد التجفيف في عينة من الطين هي ٥ر١١ ٪، ونسبة الفقد في الوزن بعد التسوية بالنسبة لوزن العينة هو ٢ر١٧٪، فأحسب نسبة ماء الارتباط في الطين على أساس كل من الوزن الجاف والوزن بعد التسوية .

٧ — عند تحليل عينات من الطين المصري وجدت أوزان أكاسيدها كالمبينة في الجدول الآتي بالجرامات ، أوجد نسب الأكاسيد المئوية لكل عينة منها :

	كاولين أبو زنيمة	طفل المقطم	طين تبيني	طين أسوانلي مفروز	طين أسوانلي عام	طين أرمل	طفال إسنا	طين طره
وزن العينة	١ر١١١١	٠ر٩٠٩١	٠ر٨٣٣٣	١ر٤٢٨٦	١ر٠٠٠٠	٠ر٩٠٩١	١ر٦٦٦٧	٢ر٥٠٠٠
س أ٢	٠ر٤٩٢٢	٠ر٥٩١٨	٠ر٣٠٩١	٠ر٩٧٥٧	٠ر٤٩٦٠	٠ر٢٤٢٧	٠ر٧٧١٦	٠ر٨٩٥٠
لو٢أ٣	٠ر٤٣٠٠	٠ر١٤٦٣	٠ر١٣٦٦	٠ر٤٢٤٢	٠ر١٧٥٠	٠ر٠٨٥٤	٠ر٢٨١٦	٠ر٣٦٢٥
ح٢أ٣	٠ر٠٠٥٥	٠ر٠٣٨١	٠ر٠٣٦٦	٠ر٠١١٤	٠ر١١٥٠	٠ر١٤٣٦	٠ر٠٢٥٠	٠ر١٥٢٥
ما أ	٠ر٠٠٢٢	٠ر٠٠٣٨	٠ر١٢٢٥	٠ر٠٠٢٨	٠ر٠٨٤٠	٠ر٠٢٤٥	٠ر١٩٨٣	٠ر٣٤٠٠
كا أ	٠ر٠٠٢٢	٠ر٠١٠٠	٠ر٠١١٦	٠ر٠٠٢٨	٠ر٠٥٨٠	٠ر١٦٠٠	٠ر٠٨١٦	٠ر٣٥٥٠
(بو،ص)أ	٠ر٠٠٥٥	٠ر٠٣١٨	٠ر٠١٢٥	٠ر٠٠٧١	٠ر٠٠٥٠	٠ر٠٠٤٥	٠ر١٧٨٣	٠ر٠٢٧٥
يد٢أ	٠ر١٥٦٦	٠ر٠٦٥٤	٠ر٠٨٦٦	٠ر١٣٠٠	٠ر٠٤٨٠	٠ر١٠١٧	٠ر١٠٣٣	٠ر٠٨٠٠
تي أ٢	٠ر٠١٦٧	٠ر٠١١٨	٠ر٠١٢٥	٠ر٠١٧١	٠ر٠١٩٠	٠ر٠١٠٩	—	—
ك أ٢	—	٠ر٠١٠٠	٠ر١٠٥٠	—	—	٠ر١٤٥٠	٠ر٠٢٦٦	٠ر٢٩٧٥

٨ — احسب وزن قانون كل من المعادن الآتية :

المعادن	بو٢ ا	ص٢ ا	كا ا	ما ا	لو٢ ا٣	ح٢ ا٣	س ا٢	يد٢ ا
فاسبار	٠٫٦٠	٠٫٣٥	٠٫٠٣	٠٫٠٣	١٫٠٨	٠٫٠١	٧٫٧٦	—
حجر كورنوول	٠٫٣٤٩٠	٠٫٣٤٤٥	٠٫٢٦٩١	٠٫٠٣٧٤	١٫١٩٥٨	—	٨٫٩٩٥	٠٫٨٢٢١
اسبار اكسفورد	٠٫٤٦٨	٠٫٢٣٢	٠٫٠٢٥	—	١٫٠٠	—	٥٫٨٠	—
اسبار بكنجام	٠٫٨٥٥	—	—	—	١٫٠٠	—	٥٫٧٠	—
اسبار جوودفراى	٠٫٣٠	٠٫٥٤	—	—	١٫٠٠	—	٧٫٥٠	—

٩ — استخرج القوانين الكيميائية المواد الآتية على أساس وحدة جزيئية من كل من الألومينا وأكسيد الحديديك وأكسيد البور ، وذلك من نواتج تحاليلها الكيميائى الآتية : محسوبة على أساس نسب مئوية :

المواد	بو٢ أ	ص٢ أ	كا أ	ما أ	لو٢ أ٣	ح٢ أ٣	ب٢ أ٣	س أ٢	يد٢ أ	تى أ٢
فلسبار صوديومى	٠و٦٢	١١و٢٤	٠و٥٠	٠و١٨	١٨و٧١	٠و٢٧	—	٦٨و٤٥	—	—
مشغول صينى	١١و٨٢	١و٧٤	٢و٤١	—	١١و٤١	٠و٢٨	٠و٣٠	٦٨و٣٤	—	٠و١٧
طين	٠و٧٠	٠و٢٨	٠و٣٢	٠و٣٢	٣٦و٢٥	٠و٦٧	—	٤٨و٥٤	١٣و١٢	—
طين	٨و٧١	١و٦١	٠و٩٨	٠و١٦	١٧و٨٠	٠و٢١	—	٧٠و٠٣	٠و٣٥	—

١٠ — استخرج القوانين الكيميائية لمواد الأجسام الخزفية الآتية من النسب المئوية للمعادن المكوِّنة لها ، وذلك على أساس وحدة جزيئية من الألومينا ، واعتبار الطينات فيها معدن كاولينيت :

المكونات	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
أورثوكليز	٠و٣٠	٠و٣٣	٠و٣٠	٠و١٥	٠و٢٠	٠و١٨
طباشير	٠و٢	—	٠و٢	—	٠و١	٠و٥
طين صينى	٠و١٧	٠و٢١	٠و٣٧	٠و٣٥	٠و٢٥	٠و٣٥
طينة لازقة	٠و٣٥	٠و٢٦	٠و١٠	٠و٢٠	٠و٢٥	٠و١٠
كربونات ماغنيسيوم	—	—	—	—	—	٠و٥
زلط	٠و١٦	٠و٢٠	٠و٢٠	٠و٣٠	٠و٢٩	٠و٣٦

١١ — استخرج واحسب نسب معادن ومواد الطينات الآتية من النسب المئوية لنواتج تحاليلها الكيميائية الآتية ، وذلك باعتبار القلوى فيها مرة بوتاسا وأخرى صودا :

الأكاسيد	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
س ا٢	٦٣و١٧	٥٣و١٠	٤٧و٦٠	٤٦و٦١	٥٨و٣٩	٦٠و٤٠	٦٢و٥٢
لو٢ ا٣	٢٥و٠٩	٣٣و٠٦	٣٤و٠٠	٣٦و٤٧	٢٧و٥٠	٢٦و٥١	٢٥و٥٧
ح٢ ا٣	٠و٦٤	١و١٨	١و٣٥	١و٨١	٠و٣٦	١و١٤	٠و٩٢
كا ا	٠و٣٥	٠و٣٨	آثار	٠و١٤	—	٠و٥٧	٠و٦٥
قلوى	٠و٨٠	٠و٨٣	٣و٠٠	١و٤٤	٤و٢٩	٩و٩٨	١و٠٤
يد٢ ا	٩و٧٠	١١و٣٢	١٣و٦٠	١٢و٨٠	٧و١٩	٨و٨٠	٩و٢٧

١٢ — احسب وزن قانون كل من التركيبين الوزنيين الآتيين :

	س ا٢	لو٢ ا٣	ح٢ ا٣	كا ا	ما ا	بو٢ ا	ص٢ ا	يد٢ ا
(١)	٧٠و٧٩	١٦و٧٥	٠و٢٢	٠و٢٤	٠و١٨	٨و٢٦	٣و٢٩	١و٤٦
(٢)	٧٢و٢١	١٦و٣٢	—	٢و٠٢	٠و٠٢	٤و٣٩	٢و٨٦	١و٩٧

١٣ — إذا كان وزن خلطة منصهرة هو ٩٦٢٫٣٨ جراماً ، وكان وزنها قبل الانصهار كيلو جراماً واحداً ، احسب نسبة فقد الوزن فى الطين أحد مكونات تلك الخلطة إذا كان الطين هو المادة الوحيدة التى يحدث فيها الفقد من بين مكونات تلك الخلطة .

وتتكون الخلطة من :

٢٠ رطلا من الفلسبار .

٤٠ رطلا من الطين .

٤٠ رطلا من الزلط .

١٤ — احسب نسبة الفقد النظرية عند تكليس المواد الآتية :

(أ) كاؤلينيت : لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢ س ا$_{٢}$ ، ٢ يد$_{٢}$ ا .

(ب) بوراكس : ص$_{٢}$ ، ب$_{٤}$ ا$_{٧}$ ، ١٠ يد$_{٢}$ ا .

(حـ) طباشير : كا ك ا$_{٣}$.

١٥ — عدل نسبة مكونات خلطات الفخار الإنجليزى الآتية . بحيث تتفق مع درجات نقاء الخامات المستعملة لتكوينها :

المكونات	نسبة الخلطات					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
طينة لازقة زرقاء	٤٧	٤٣	٣١	٢٤	٢١	١٨
طين صيني	٢٤	٢٤	٣٦	٢٧	٢٨	٤٣
زلط	٢٢	٢٣	٢١	٣٦	٣٨	٢٤
بجماتيت	٧	١٠	١٢	١٣	١٣	١٥

ويبين الجدول الآتى نقاء المكونات المستعملة فى تكوين الخلطات السابقة :

خامات المكونات	نقاء المكونات			
	كاولين	فلسبار	كوارتز	زلط
طينة لازقة زرقاء	٩٠	٦	—	٤
طين صيني	٩٤	—	—	٦
بجماتيت	—	٩٠	١٠	—

١٦ — إذا كانت نسبة الرطوبة فى الخامات الآتية هى :

اسبار ٢٪

زلط ١٠٪

طين ٦٪

فما هي كميات الخامات التي يجب استعمالها لتكوين خلطة منها من مواد جافة بالنسب الآتية ؟ :

٨٧٢ رطلا من الطين .

٢٨٠ رطلا من الاسبار.

٤١٠ رطلا من الزلط .

١٧ — احسب المقدار اللازم من كلوريدباريوم متبلورة لترسيب كبريتات كالسيوم موجودة في طن من طين بنسبة ٠٫٠٠٤ ٪ . ثم احسب الكمية التي تلزم لعملية الترسيب من كربونات باريوم ذات نشاط يبلغ ٣٧ ٪ .

١٨ — ما وزن الكمية اللازمة من كلوريد باريوم متبلور أو أيدروكسيد باريوم مائي أو كربونات باريوم ذات نشاط يبلغ ٣٨ ٪ ، تلزم لترسيب كبريتات ذائبة في طن من طين ، وذلك إذا احتاجت عينة منه وزنها مائة جرام مخلوطة بالماء إلى ٥ سم٣ . من محلول ١ ٪ كلوريدباريوم لإتمام ترسيب ما بها من كبريتات ؟.

احسب نسبة الكبريتات القابلة للذوبان في ذلك الطين .

١٩ — ما مقدار ما يلزم من كربونات باريوم لترسيب كبريتات قابلة للذوبان في طن من طين تحتاج عينة منه جرام واحد مخلوطة بالماء إلى عشرة سنتيمترات مكعبة من محلول ٠٫٠٠٢ ٪ من كربونات الباريوم المستعملة لإتمام ترسيب ما بها من كبريتات ؟ .

(٢٠) مامقدار كربونات الصوديوم اللامائية اللازمة لإتمام ترسيب كبريتات

كانسيوم فى طن من طين يحتوى على ٠٢ر٠٪ منها ، وذلك إذا استعمل فى بدء عملية الترسيب ٥ لترات من محلول ٦٪ أيدروكسيد الباريوم المائية ؟

(٢١) مامقدار الرماد الأسود ذو نشاط يبلغ ٨٠٪ يلزم لترسيب كبريتات ذائبة فى طن من طين يحتوى على ٠٠٤ر٠٪ منها ؟

(٢٢) احسب نشاط كربونات الباريوم المستعملة فى ترسيب الكبريتات القابلة للذوبان من بيانات تجارب اختبار النشاط الآتية :

	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
وزن العينة بالجرام	٢	١و٥	٢و٥	١و٧٥	٢و٢	١و٨
وزن الراسب بالجرام	٠و٧٩٠٠	٠و٧٢٦٠	١و٥٦٤٠	١و٥٠٧٥	١و٣١٤٠	٠و٧٣١٠
النسبة المئوية لعـدم ذوبان كربونات الباريوم فى حامض الأيدروكلوريك المخفف	١٠	٧	٢٠	٢٥	١٥	١٧

٢٣ — عدل نسب مكونات خلطات الأجسام الخزفية الآتية ، بحيث تتفق مع درجات نقاء الخامات المناسبة لتكوينها :

المكونات	نسب الخلطات				
	أ	ب	ج	د	هـ
فلسبار	٣٠	٣٣	٣٠	١٥	٢٠
طين صينى	١٩	٢١	٣٧	٣٥	٢٥
طينة لازقة	٣٥	٢٦	١٣	٢٠	٢٥
زلط	١٦	٢٠	٢٠	٣٠	٣٠

الخامات	نقاء الخامات					
	كاولينيت	فلسبار	زلط	أكسيد حديديك	رطوبة	مواد عضوية
طين صينى	٩٤	—	٥	—	١	—
طينة لازقة	٩٠	٣	٣	١	٢	١
طينة بيضاء	٩٥	٢	١	—	٢	—
زلط	—	—	٩٥	—	٥	—
بجماتيت	—	٩٠	٨	—	٢	—

الباب الخامس

بنية الطين

يقصد ببنية جسم تكوينه الطبيعى من حيث شكل وحجم أجزائه وترتيب تلك الأجزاء بعضها بالنسبة للبعض داخل الجسم وكيفية تماسكها. وقد سبق أن ذكرنا أن الطين جسم صلب متكون من أجزاء تقل فى أبعادها عن ٠٫٠٥ من الملليمتر. وقد أطلقنا على مثل هذه الأجزاء اسم الجسيمات، وأن من بين هذه الجسيمات ما يتراوح بعده ما بين أقل من ٠٫٠٥ من الملليمتر إلى ٠٫٠٠١ من الملليمتر، وأطلقنا على هذه الجسيمات اسم الحبيبات، ومنها ما هو أقل من ذلك يتروح فى بعده ما بين أقل من ٠٫٠٠١ من الملليمتر إلى ٠٫٠٠٠٠٠١ من الملليمتر وأطلقنا عليها اسم الدقائق. وقـد قسم « زيجموندى » الدقائق إلى ميكرونات وهى الدقائق التى تتراوح أبعادهـا ما بين أقل من ٠٫٠٠١ من الملليمتر أو الميكرون إلى ٠٫٠٠٠١ من الملليمتر أو ٠٫١ من الميكرون، وإلى الترامیكرونات تتراوح أبعادها ما بين أقل من ٠٫١ من الميكرون إلى ٠٫٠٠١ من الميكرون أو الملليميكرون. وهـذه كلها أبعاد تزيد على الأبعاد الجزيئية العادية التى تقل عن الملليميكرون. وكثيراً ما تحتوى بعض أنواع الطين على أجزاء خشنة تزيد فى أبعادها على أبعاد الجسيمات.

كذلك ذكرنا حالات وجود الطين فى الطبيعة على هيئة صخور سائبة أو رخوة أو متماسكة . وتوجد جسيمات الطين على هيئة معادن متبلورة تتبع فى تبلورها نظام الأحادى الميل فى الغالب ومعظمها على هيئة غير متبلورة يمكن تبين أشكالها عند فحص الطين ميكروسكوبيا .

وتتوقف نعومة الطين على مقادير ما به من الأجزاء ذات الأبعاد السابقة. وتقدر نعومة الطين بعملية التحليل الميكانيكى له . وتعطى نتائج الاختبار على هيئة نسب مئوية لكل درجة من درجات النعومة المعادلة لأرقام المناخل القياسية المستعملة فى الاختبار . ويستفاد من نتائج التحليل الميكانيكى للطين فى عمليات تنقيته وفرزه ، وفى عمليات تعديل لازبيـــة عجائنة بإضافة المواد الخشنة إليه أو المواد شديدة النعومة حسب ما يتبين من نتائج ذلك التحليل وما تحتاج إليه العجينة ، وذلك للحصول على عجينة معتدلة اللازبية صالحة للتشكيل . كذلك تبين نتائج التحليل نسبة المواد الخشنة فى الطين .

كذلك تعطى نتائج التحليل الميكانيكى للطين فكرة عن مساحة سطح جسيماته وما تحتاج إليه من ماء كاف للحصول على لازبية معتدلة يمكن دراستها لاستخراج بيانات عملية عن كميات ما يجب إضافته من مواد خشنة أو شديدة النعومة وما يلزم من مقدار الماء لتكوين عجينة معتدلة اللازبية . وذلك كما درست هذه الحالات فى تكوين عجائن الخرسانات المستعملة فى البناء. ولتوضيح ذلك ندرس النقط الآتية .

العلاقة بين أبعاد الأجسام ومساحة سطحها :

درس ميللور العلاقة بين طول قطر الدقائق وحجمها ومساحة سطحها

وأهمية ذلك فى التفاعلات الكيميائية والتأثيرات الطبيعية لأجسام الدقائق وخاصة عند تلامس سطوحها .

وقدر ميللور عدد الحبات الكروية التى يبلغ طول قطر كل منها ماليمترا واحدا فى الجرام الواحد من مادتها بمقدار ٧٢٠ حبة . كما قدر عدد الدقائق التى يبلغ كل طول قطر منها ٠٫٠٠٠٠١ من لليمتر فى الجرام الواحد من مادتها بمقدار ٧٢×١٠^{١٣} دقيقة . كذلك قدر عدد نقط التماس فى الحبات الأولى بمقدار ٢١٦٠ نقطة ، واستنتج من ذلك أن عدد نقط التماس فى حالة الدقائق الثانية هو و ٢١٦×١٠^{١٣} نقطة . وتوصل ميلور من تلك النتائج إلى أنه كلما قل حجم أجزاء المادة زادت سرعة التفاعل الكيميائى والتأثيرات الطبيعية فى جسم المادة .

ولتقدير أبعاد الجسيمات (١) يحسب أولا متوسط قطر الجسيم من متوسط طول قطرى ثقوب المنخلين الذين تحجز بينهما تلك الجسيمات . ثم يستخرج من البعد القطرى الناتج كل من حجم الجسيم وعدد الجسيمات فى كمية من مادتها . كذلك تحسب مساحة سطح كل من الجسيم الواحد وعدد الجسيمات فى الكمية المقدرة ، وذلك باستعمال القوانين الرياضية الآتية :

$$\text{حجم الجسيم} = \frac{١}{٦} \times ٣٫١٤١٦ \times \text{مكعب القطر}$$

$$\text{أو} \quad ح = \frac{١}{٦} \quad ط \; ق^{٣}$$

---

(١) بوردى : حساب النعومة النسبية لمساحيق تؤخذ من المعامل السطحى لها . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٧ ، ٤٤١ ، ١٩٠٥ .

ميللور : المعامل السطحى لجاكسون وبوردى . تطورات جمعية الخزف الإنجليزية ، ٩٤٫٩ ، ١٩٠٩ ، ١٩١٠ .

وزن الجسيم = $\frac{١}{٦}$ × كثافة مادته × ٣٫١٤١٦ × مكعب القطر

وعلى ذلك يكون عدد الجسيمات فى وزن معين من مادة مقداره (ك)

$$\text{هو} = \frac{٦\,ك}{ث\,ط\,ق^{٣}}$$

ولما كانت مساحة سطح جسيم = $ط\,ق^{٢}$

فيكون مجموع مساحات سطوح جسيمات وزنها ك = $\frac{٦\,ك}{ث\,ط\,ق^{٣}} \times ط\,ق^{٢}$

$$= \frac{٦\,ك}{ث\,ق}$$

فإذا كان هناك مجموعات من جسيمات أوزانها على الترتيب هى :
$ك_{١}$ ، $ك_{٢}$ ، $ك_{٣}$ .... وأقطار الجسيمات فى كل مجموعة على الترتيب السابق هى : $ق_{١}$ ، $ق_{٢}$ ، $ق_{٣}$ ، ....

∴ يكون مجموع مساحات سطوح الجسيمات هو : $\frac{٦}{ث} \left(\frac{ك_{١}}{ق_{١}} + \frac{ك_{٢}}{ق_{٢}} + \frac{ك_{٣}}{ق_{٣}} + \ldots\ldots \right)$

المعامل السطحى القياسى لمادة :

هو المساحات المكشوفة بالسنتيمترات المربعة لجسيمات جرام واحد من المادة.

مثال توضيحى .

احسب المعامل السطحى القياسى لعينة من طين ثقله النوعى ٢٫١١ ، أعطت النتائج الآتية :

متوسط قطر الجسيمات	النسبة المئوية
٠٫٠٠٣٨ من الملليمتر	٤٠
٠٫٠٣١٢ »	٣٥
٠٫٠٩٨١ »	٢٥

الحل :

لما كان قانون حساب العامل السطحى القياسى هو $\frac{٦}{ت} \left(\frac{ك١}{ق١} + \frac{ك٢}{ق٢} + \frac{ك٣}{ق٣} + ... \right)$

∴ العامل السطحى القياسى للعينة

$$= \frac{٦}{٢٫١١} \left(\frac{٠٫٤٠}{٠٫٠٠٣٨} + \frac{٠٫٣٥}{٠٫٠٣١٢} + \frac{٠٫٢٥}{٠٫٠٩٨١} \right)$$

$$= ٢٫٨٤ \, (١٠٥ + ١١ + ٣)$$

$$= ٢٫٨٤ \times ١١٩$$

= ٣٣٨ سنتيمتراً مربعاً

علاقة العامل السطحى القياسى بخواص الطين ومنتجاته :

يتوقف العامل السطحى فى أجسام العجائن الطينية على مساحة سطح مابها من أجسام غير غروية كالحبيبات والأجسام الأكبر منها . ومساحة تلك الأجسام هى مقدار السطح الذى يجب تغطيته بمحاليل الدقائق الغروية اللزجة التى تحدث التماسك بين باقى أجسام الطين للحصول على عجينة لازبة . كذلك تؤثر مساحة هذا السطح على عمليات الانصهار والتزجيج فى أثناء تسوية الجسم الطينى وماينتج عنه من بنية الجسم الصماء أو المسامية بعد تسويته .

كذلك للعامل السطحى أهمية كبيرة جداً عنه تقدير خواص أجسام

لمشغولات الخزفية البيضاء نتيجة احتوائها على فلسبار وزلط من مواد خشنة غير غروية . كما أن للعامل السطحى أهميته عند تقدير خواص مشغولات الفخار الأحمر المحتوية على مواد خشنة ، وله نفس الأهمية فى تقدير خواص الطوب الحرارى وحوافظ التسوية .[1]

ويحسب العامل السطحى للجسم الطينى من نتائج التحليل الميكانيكى للطين أو من نتائج عملية التصويل بطريقة واتس . كما يمكن قياس أبعاد الحبيبات بواسطة الميكروسكوبات ذات العدسات المدرجة . ويسبب إهمال قياس أبعاد الدقائق فى عملية الحساب بعض الأخطاء فى نتائج العامل السطحى. على أن الفرق بين النتائج المحسوبة والنتائج العملية للعاملات السطحية ليس كبيراً ، مما يمكن الاكتفاء بنتائج قياس أقطار الحبيبات بالطرق السابق ذكرها ، وذلك فى حالات أنواع الطين الخشن والمتوسط النعومة . أما فى حالات الطينات الشديدة النعومة مثل الطينات الكروية التى تحتوى على أكثر من ٩٠٪ منها دقائق ناعمة فتكون نتائج حساب العامل السطحى لها من قياس أبعادها القطرية بإحدى الطرق الميكانيكية السابقة مخالفة كثيراً للواقع .

وفى مثل حالات الطينات الشديدة النعومة يمكن قياس الأبعاد القطرية لدقائقها بالتقديرات النسبية بواسطة الألتراميكروسكوب . كما يمكن استخدام طريقة تقدير نسب كميات المواد المشعة مثل عنصر الثوريوم (ب) التى تدمص على سطح الدقائق الناعمة ، وذلك باستعمال ميكروسكوب كهربائى

---

(١) كيركباتريك : علاقة معامل الكسر بالعامل السطحى . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ١٩ ، ٢٧١ ، ٢٩٤ : ١٩١٧ .

للحصول على الأبعاد القطرية لتلك الدقائق من منحنيات الادمصاص لكل مادة [1] .

زيادة مساحة السطوح بالطحن :

يعمل الطحن الدقيق على انقسام وزيادة عدد الدقائق وما يتبع ذلك من زيادة مساحة سطحها زيادة عالية جداً . وذلك كما يتبين من الجدول الآتى [2] :

---

(١) كوولر : تقدير مساحات السطوح نسبياً للمواد الناعمة ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية ٩ ، ٤٣٧ : ١٩٢٦ .

(٢) جيروم : الكيمياء الغروية ١٥ . شركة ڤان نورستراند للنشر : ١٩١٩ .

طول الضلع	عدد المكعبات فى السنتيمتر المكعب	مساحة السطح الكلى
١ سم (٣٩٣٧ر٠ من البوصة)	١	٦ سم^{2} (٩٣ر٠ من البوصة المربعة)
١ مم (٣٩٣٧ر٠ « «)	١٠٠٠	٦٠ سم^{2} (٣ر٩ « «)
ار٠ مم (٠٠٣٩ر٠ من البوصة)	١٠٠٠٠٠٠	٦٠٠ سم^{2} (٩٣ بوصة مربعة)
١٠ر٠ مم (٠٠٠٤ر٠ «)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦٠٠٠ سم^{2} (٩٣٠ « «)
٠٠١ر٠ مم (١ ميكرون)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦ من الأمتار المربعة (٢١٢ قدماً مربعاً)
٠٠٠١ر٠ مم (ار٠ «)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦٠ « « (٢١١٨ « «)
٠٠٠٠١ر٠ مم (١٠ر٠ «)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦٠٠ « « (٢١٢٧٤ « «)
٠٠١ر٠ ميكرون (١ ملليميكرون)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦٠٠٠ « « (٢١٢٧٤٠ « «)
٠٠٠١ر٠ ميكرون (ار٠ «)	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦ هكتار (٨٣ر١٤ فداناً)
٠١ر٠ ملليميكرون	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦٠ « (٢٦ر١٤٨ «)
٠٠١ر٠ «	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	٦ من الكيلومترات المربعة ٦ر١٤٨٢ فداناً

حساب متوسط قطر الجسيمات :

يحسب متوسط قطر الجسيمات من نتائج التحليل الميكانيكي للمادة ، وذلك بفرض أن الجسيمات ذات أشكال كروية منتظمة . وكلما تقاربت حدود أحجام الجسيمات دقت نتائج حساب أبعادها . ومن الممكن الحصول على نتائج دقيقة باستعمال مناخل ذات مقاييس متقاربة . كما أن لطبيعة المادة وطريقة طحنها تأثيراً كبيراً على دقة النتائج .

فإذا كان ق_{1} ، ق_{2} هما حدود أبعاد ثقوبي المنخلين المستعملين الحاجزين للجسيمات بينهما، وأن س متغير يدل على قطر أي جسيم من الجسيمات المحجوزة بين المنخلين، وع هو عدد الجسيمات، و ح_{1} ، ح_{2} ، ح_{3} ،... $\text{ح}_{\text{ن}}$ رموز لأحجام الجسيمات .

$$\text{فإن متوسط حجم الجسيمات} = \frac{\text{ح}_{1} + \text{ح}_{2} + \text{ح}_{3} \cdots \text{ح}_{\text{ن}}}{\text{ع}} \qquad (1)$$

$$\text{ويكون} \; \frac{\text{ق}_{1} - \text{ق}_{2}}{\text{ك}} = \text{ق}_{1}\,\text{س} \text{، وهذا مقدار متناهي في الصغر}$$

$$\therefore \text{ك} = \frac{\text{ق}_{1} - \text{ق}_{2}}{\text{ق}_{1}\,\text{س}}$$

وبالتعويض في (١) ينتج أن :

$$\frac{(\text{ح}_{1} + \text{ح}_{2} + \text{ح}_{3} + \cdots \text{ح}_{\text{ن}})}{\text{ق}_{1} - \text{ق}_{2}} = \text{ق}\,\text{س}$$

ولما كان حجم الكرة دالة على قطرها .

$$\therefore ح = دالة\ (س) = \frac{1}{6} ط\, س^{3}$$

$$أي\ \frac{\left(\frac{1}{6} ط\, ق_{1}^{3} + \frac{1}{6} ط\, ق_{2}^{3} + \frac{1}{6} ط\, ق_{3}^{3} + \dots + \frac{1}{6} ط\, ق_{ن}^{3}\right) ق س}{ق_{1} - ق_{2}}$$

$$وبالتكامل\ يكون\ متوسط\ الحجم = \frac{ط}{6(ق_{1} - ق_{2})} \int_{ق_{2}}^{ق_{1}} ق^{3}\, ق س$$

$$= \frac{ط}{24}\left(\frac{ق_{1}^{4} - ق_{2}^{4}}{ق_{1} - ق_{2}}\right)$$

$$وعلى\ ذلك\ يكون\ متوسط\ القطر = \sqrt[3]{\frac{ق_{1}^{4} - ق_{2}^{4}}{4(ق_{1} - ق_{2})}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{(ق_{1} + ق_{2})(ق_{1}^{2} + ق_{2}^{2})}{4}}$$

مثال محلول :

احسب متوسط قطر جسيمات تتراوح أبعاد أقطارها بين ٠٫٠٥٨ و٠٫٠١٥ من المليمتر بتطبيق القانون السابق .

يكون متوسط قطر الجسيمات =

$$\sqrt[3]{\frac{(٠٫٠٥٨ + ٠٫٠١٥)(٠٫٠٥٨^{2} + ٠٫٠١٥^{2})}{4}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0.073\,(0.00336 + 0.00022)}{4}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0.073 \times 0.00358}{4}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0.000261}{4}}$$

$$= \sqrt[3]{0.0000653}$$

= ٠ر٠٤٠٢٦ من الملليمتر

معامل النعومة :

اقترح كل من أبرامزودف[1] للدلالة على نعومة الأجسام عدداً واحداً أطلق عليه اسم معامل النعومة، وذلك بدلا من بيان نتائج التحليل الميكانيكى. ويساوى معامل النعومة متوسط أوزان نسب التحليل الميكانيكى لسلسلة من المناخل المتتالية الأرقام . وقد قدر معامل نعومة جسم بالحصول على نتائج التحليل الميكانيكى له فى سلسلة مناخل تبدأ بالمنخل رقم (١٠٠) إلى مابعد المنخل ذى ثقب

(١) أبرامزودف : تصميم مخاليط الخرسانة . تقرير معمل أبحاث مواد البناء . بمعهد لويس، ولاية شيكاغو، ١٠، ٥، ١٩٢١ .

قطره واحد ونصف بوصة ، ثم جمع أوزان الأجزاء المحجوزة فوق كل منخل من السلسلة المستعملة وقسم المجموع على عشرة ، وذلك كما فى الجدول الآتى :

المنخل (الثقب / البوصة)	رمل متوسط	رمل خشن
١٠٠ +	٩١	١٠٠
٤٨	٧٠	١٠٠
٢٨	٤٦	١٠٠
١٤	٢٤	١٠٠
٨	١٠	١٠٠
٤	٠	١٠٠
$\frac{٣}{٨}$ بوصة	٠	٨٦
$\frac{٣}{٤}$ بوصة	٠	٥٠
١$\frac{١}{٢}$ بوصة	٠	٠
معامل النعومة	٢ر٤١	٧ر٣٦

نعومة الطين :

قام علماء الخزف بدراسة وقياس أبعاد جسيمات وحبات الطين . واستخدموا فى دراساتهم أنواع الطين المشهورة . ومن هؤلاء العلماء الذين عنوا بأمر نعومة الطين :

شوريشت :

الذى أجرى دراساته فى قياس أبعاد جسيمات وحبات خمسة أنواع من الطين المغسول المنقى . واستخدم فى ذلك طريقة التصويل أو غربلة الطين بالماء . وانتهى من دراساته إلى أن تلك الأنواع الخمسة تحتوى على ٦٨ — ٩٨٪ من وزنها جسيمات يقل قطرها عن ٠٫٠١٠ من الملليمتر أى ١٠ ميكرونات .

كذلك اتبع شوريشت(١) طرق الترسيب فى قياس أبعاد الجسيمات فى تلك الأنواع الخمسة السابقة واستخرج الأبعاد فى التجارب الأخيرة من العلاقة بين معدل سرعة الركود وقطر الجسيمات من تطبيق قانون استوكس . وتدل النتائج التى حصل عليها شوريشت من دراساته على تلك الأنواع على أنها تحتوى على دقائق يبلغ بعد أكبر أقطارها ٠٫٠٠٠٥ من الملليمتر أى نصف ميكرون ، وذلك بالنسب المئوية الوزنية الآتية :

(١) ٨١٪ فى حالة الطينة اللازقة الإنجليزية .

(٢) ٧٨٪ فى حالة كاولين جنوب كارولينا .

(٣) ٢٨٪ فى حالة كاولين جورجيا .

(٤) ٢٢٪ فى حالة كاولين شمال كارولينا .

(٥) ٥ ٪ فى حالة الطين الصينى الإنجليزى .

بليننجر :

الذى قدر أبعاد أقطار جسيمات أربعة عشر نوعاً مختلفة من الطين مستعملا طريقة التصويل فى قياس الأبعاد . وتدل النتائج التى حصل عليها على أن تلك الأنواع تحتوى على ٤٠ — ٩٩٪ من أوزانها دقائق يبلغ أقصى بعد لأقطارها ٠٫٠٠٥ من الملليمتر أى خمسة ميكرونات .

---

(١) شوريشت : جورنال جمعية الخزف الأمريكية ٣ ، ٣٥٥ : ١٩٢٠ .

بنـــز :

الذى وجد من دراساته على خمسة أنواع من الـكاولينات أنها تحتوى على ٥٨ — ٧١٪ من أوزانها دقائق يبلغ أقصى أبعاد أقطارها ٠٠١١ر٠ من الملليمتر أى ١ر١ من الميكرونات .

جيروم ألـكسندر :

الذى اعتمد فى دراساته فى تقدير نعومة الطين على خاصته الغروية ، فقدر أبعاد دقائقه بتتبع حركتها بواسطة الألترامیکروسکوب . وقد وجد من تجاربه أن جميع الدقائق المنتشرة فى حالة حركة ما بين النشيطة والبطيئة .

برادفيلد :

الذى استخدم فى قياس أبعاد جسيمات الطين عمليات الفرز بالآلات الطاردة . وقد أجرى دراساته على عينات من طين ميسورى اللازب . وكانت نتائج دراسات براد فيلد كالآتى :

٢٠٪ وزناً دقائق تتراوح أبعادها بين ٢ر١ — ٤ر٠ ميكروناً .

٥ر٥ ٪ وزناً دقائق تقل أبعاد أقطارها عن الميـكرون .

الخلاصـــة :

يستخلص من نتائج البحوث السابقة على أن الطين فى مجمله متـكون من جسيمات مع قليل من حبات خشنة ، وأن هذه الجسيمات تحتوى على نسب متفاوتة

من الدقائق ، وأن نسبة تلك الجسيمات فى أنواع الطين التى أجريت عليها البحوث السابقة تتراوح بين ٤٠ ــ ٩٩٪ منها ٥ ــ ٨١٪ ماهو فى حجم الدقائق .

مســـائل

١ ــ احسب المعاملات السطحية القياسية لجسم ثقله النوعى ٢ر٦٥ من البيانات الآتية :

(أ)		(ب)		(ج)	
متوسط القطر	النسبة٪	متوسط القطر	النسبة٪	متوسط القطر	النسبة٪
٠و٠١٧٦	١٢و٠٥	٠و١٧٧٨	٠و١٩	٢و٠٠	٣٨ر٦٠
٠و٠١٣٤	٧و٤٠	٠و١١٤٤	٠و٩٠	٠و ٥٦٦	٧و٠٨
٠و٠١٠٠	١و٦٥	٠و٠٢٧٦	٤و٤٨	٠و ١٧٨	٠و٦٥
٠و٠٠٦٢	١٠و٩٠	٠و٠٢١٧	١و٦٩	٠و ١١٤	٥و٨٠
٠و٠٠٤٣	٦٨و٠٠	٠و٠٢٠٨	٣و٦٦	٠و٠٣١٥	١١و٨٥
		٠و٠٠٧٣	٣٢و٣٠	٠و٠٢١٠	٥و٧٨
		٠و٠٠٤٦	٥٦و٨٠	٠و٠١١٢	٧و٩٤
				٠و٠٠٧٠	٥و٧٠
				٠و٠٠٤٤	١٧و١٥

٢ — احسب المعاملات السطحية القياسية لجسم ثقله النوعى ٣٤و٢ من البيانات الآتية :

(أ)		(ب)		(ج)	
متوسط القطر	النسبة٪	متوسط القطر	النسبة٪	متوسط القطر	النسبة٪
٠٠ و٢	٥٠و١٤	٥٦٦٠و٠	٩٠و٠	٥٦٦و٠	٠٩٥و٠
٥٦٦ و٠	٤٠و١٤	١٧٨ و٠	٦٦و٠	١٧٨و٠	٠٣٠و٠
١٧٨ و٠	١٢ر٢	١١٤ و٠	٢٠و٤	١١٤و٠	٠٦٥و٠
١١٤٤و٠	٩١و٣	٠٣٢٥و٠	٦٢و٢	٠٢٣١و٠	١٥٠و٠
٠٢٨٠و٠	٨٨و١٠	٠٢٢٨و٠	٩٤و٢	٠١٢٢و٠	٢٠٠و٠
٠١٨٧و٠	٦٠و٥	٠١٢١و٠	٥٠و١٠	٠٠٩٦و٠	٣٠٠و٠
٠١١١و٠	٩٥و١٠	٠٠٦٢و٠	١٣و١٤	٠٠٦٦و٠	٥٥٠و٠
٠٠٧٧و٠	٩٠و١٦	٠٠١٢و٠	٤٠و٦٤	٠٠٤٢و٠	٥٥٠ر٩٨
٠٠٥٣و٠	٧٠و٢٠				

٣ — احسب متوسط أقطار كل من الأجسام المحجوزة بين كل من المنخلين القياسيين الآتيين :

(أ) ١٠ — ١٢ .　　(د) ٤٠ — ٨٠ .

(ب) ١٨ — ٢٠ .　　(هـ) ١٠٠ — ١٢٠ .

(ج) ٢٠ — ٣٠ .　　(و) ٢٠٠ — ٢٣٠ .

٤ — عدل نسبة مكونات خلطات الفخار الإنجليزى الآتية بحيث تتفق مع درجات نقاء الخامات المستعملة لتكوينها :

المكونات	نسبة الخلطات					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
طينة لازقة زرقاء	٤٧	٤٣	٣١	٢٤	٢١	١٨
طين صينى	٢٤	٢٤	٣٦	٢٧	٢٨	٤٣
زلط	٢٢	٢٣	٢١	٣٦	٣٨	٢٤
بجماتيت	٧	١٠	١٢	١٣	١٣	١٥

ويبين الجدول الآتى نقاء المكونات المستعملة فى تكوين الخلطات السابقة :

خامات المكونات	نقاء المكونات			
	كاولين	فلسبار	كوارتز	زلط
طينة لازقة زرقاء	٩٠	٦	—	٤
طين صينى	٩٤	—	—	٦
بجماتيت	—	٩٠	١٠	—

٥ — إذا كانت نسبة الرطوبة فى الخامات الآتية هى :

الاسبار ٢ ٪

الزلط ١٠ ٪

الطين ٦ ٪

الباب السادس

الخاصة الغروية (1)

اشتقت كلمة غروى من الغراء، كاشتقاق الكلمة الفرنجية من الأصل الإغريقى للغراء أيضاً .

وعرف بانكروفت الخاصة الغروية تعريفاً عاماً بأنها الحالة المتناهية فى الدقة ، كما عرف الكيمياء الغروية بالكيمياء المتعلقة بدراسة هذه الحالات المتناهية فى الدقة كالفقاقيع والقطيرات والدقائق والشعيرات والأغشية ، تلك الحالات التى تشترك فى بعد أو أكثر متناه فى الدقة .

تعريف الخاصة الغروية :

الخاصة أو الحالة الغروية هى حالة انتشار دقائق مادة نتيجة لدقة حجمها دقة يبلغ فيها قطر الدقيقة منها ما بين 10^{-4} — 10^{-7} من السنتيمتر أى ما يعادل الميكرون إلى الملليميكرون .

---

(1) أوسوالد : الكيمياء الغروية .
بانكروفت : نظرية الكيمياء الغروية التطبيقية. جيروم ألكسندر . الكيمياء الغروية.
هاتشك : طبيعة وكيمياء المواد الغروية .

ذلك لأنه عندما يبلغ جسم دقة الأبعاد المذكورة ينعدم تأثير الجاذبية الأرضية عليه، وذلك حسب قانون نيوتن فى الجاذبية ، ويظل سابحاً منتشراً فى وسطه .

أنواع الحالات الغروية :

تتكون الخاصة الغروية من وجود دقائق تمثل « حالة الانتشار » تقابل المواد المذابة فى المحاليل الحقيقية ، منتشرة فى « وسط انتشار » يقابل المذيب فى المحاليل الحقيقية .

وينتج عن اختلاف حالات كل من حالة الانتشار ووسط الانتشار أنواع الحالات الغروية الآتية :

نوع الحالة الغروية	حالة الانتشار	حالة وسط الانتشار
(١) الضباب	سائلة	غازية
(٢) الدخان	صلبة	غازية
(٣) الرغوة	غازية	سائلة
(٤) المستحلب	سائلة	سائلة
(٥) الهلام	سائلة	صلبة
(٦) المحلول الغروى	صلبة	سائلة

المحلول الغروى وأنواع المحاليل الأخرى :

وهو حالة غروية ناتجة عن انتشار دقائق صلبة فى وسط سائل ، وذلك مثل زلال البيض ومحلول الصمغ العربى .

ويختلف المحلول الغروى عن المحلول الحقيقى فى أن الثانى ناتج عن اختفاء جزيئات المادة التى تقل عن الملليميكرون فى المسافات البينية لجزيئات المذيب ، وذلك مثل محاليل السكر وملح الطعام فى الماء، أما فى حالة الجزيئات الكبيرة التى تزيد فى حجمها على الملليميكرون مثل جزيئات النشا والسليولوز فإنها لا تكون مع مذيباتها محاليل حقيقية بل محاليل غروية . كذلك تختلف المحاليل الغروية عن المحاليل الحقيقية فى كون الثانية متجانسة تمرر الأشعة الضوئية دون تشتتها ، أما الأولى فتسبب تشتت الأشعة الضوئية عند مرورها فيها .

ومن ناحية ثالثة تختلف المحاليل الغروية عن المحاليل الحقيقية فى أن الثانية تنفذ خلال الأغشية شبه المنفذة كورق السولوفان وغشاء المثانة، فى حين أن الأولى لا تنفذ من تلك الأغشية ، ومن جهة أخرى تشترك المحاليل الغروية مع المحاليل الحقيقية فى اختفاء كل من الذاب أو حالة الانتشار فى المذيب أو وسط الانتشار دون أن تترسب تحت تأثير الجاذبية الأرضية .

ويختلف المحلول الغروى عن المحلول المعلق فى أن الثانى ناتج عن تعلق حبيبات مادة صلبة تزيد فى قطرها على الميكرون وتقل عن ٥٠ ميكرونا ، فى وسط سائل ، ومثل المحاليل المعلقة لبن الجير . كذلك تختلف المحاليل الغروية عن المحاليل المعلقة فى كون الثانية غير دائمة تترسب حبيباتها بعد فترة تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، وفى إمكان رؤية حبيباتها بالعين المجردة . وتشترك المحاليل الغروية مع المحاليل المعلقة فى خاصة تشتيت الأشعة الضوئية المارة خلالها ، كذلك تشترك فى عدم نفاذ جسيمات كل منهما خلال الأغشية شبه المنفذة .

سوائل وسط الانتشار :

الماء هو أكثر السوائل المستعملة كوسط انتشار فى المحاليل الغروية ، إلا أن هناك سوائل أخرى أمكن استعمالها وسطا لانتشار بعض الدقائق ، فقد تمكن جراهام من استعمال الكحول وحامض الكبريتيك بدلا من الماء عند تهيلم حامض السيليسيك ، كذلك حضر سبيربير محاليل غروية من انتشار دقائق بعض المواد فى سوائل من ثانى كبريتيد الكربون والبنزول ورابع كلوريد الكربون والكحول الإيثيلى والإيثير والبروموفورم وحامض الكبريتيك ، وذلك عند وجود أيون من الأيدروكسيد فى المحلول الغروى . كما حضر جونسون غرويات ضعيفة من انتشار بعض الدقائق فى حامض الخليك الثلجى والأمونيا والأنيلين والبنزول النطرى والأسيتون والكحول والبنزول ، وقد وجد جونسون أن تلك المحاليل الغروية تقاوم الجفاف ، كما وجد أن الأمونيا هى أكثر السوائل من بين التى استعملها ، مقاومة لفعل الجفاف . كذلك أمكن استعمال الجلسرين كوسط انتشار لبعض أنواع الدقائق . ويزيد الجلسرين من غروية المحلول ، وربما كان ذلك راجعاً إلى لزوجته .

أنواع الدقائق :

تنقسم دقائق المحاليل الغروية حسب ميلها لسائل وسط الانتشار أو تنافرها منه إلى نوعين هما :

١ — دقائق ميالة لسوائل وسط الانتشار . وتسمى هذه الدقائق ميالة للماء عندما يكون الماء وسط الانتشار فى المحلول .

والدقائق الميالة للسوائل من نوع الألترامكرونات أى التى تتراوح

أقطارها بين المليميكرون وأقل من الميكرون . وتكون هذه الدقائق ذات شحنات كهربية عالية بالنسبة لوسط الانتشار . ومن مواد هذه الدقائق الصمغ العربي والنشا وزلال البيض . وتمتاز هذه الدقائق بالخواص الآتية :

(ا) من الصعب ترسيبها .

(ب) يمكنها استعادة حالتها الغروية بسهولة بعد ترسيبها .

(ج) ذات حركة نشيطة وظواهر ضوئية ضعيفة .

(د) يمكن أن تكون ذات درجات تركيز عالية جداً دون أن تترسب .

٢ — دقائق نافرة من سوائل وسط الانتشار ، ويطلق عليها اسم دقائق نافرة من الماء عندما يكون الماء وسط انتشارها فى المحلول الغروى ، وهذه الدقائق من نوع الميكرونات أى التى تتراوح أقطارها بين الميكرون إلى أقل من عشرة ميكرونات . وتقرب كهربية هذه الدقائق من كهربية سائل وسط الانتشار . ومن مواد هذه الدقائق الفلزات وهاليدات الفضة والكبريت والكبريتيدات . وتتصف هذه الدقائق بالخواص الآتية :

(ا) سرعة ترسيبها .

(ب) صعوبة استعادتها لحالتها الغروية بعد ترسيبها . بل كثيراً ما تفقد قدرتها على ذلك .

(ج) بطيئة الحركة ، قوية فى ظواهرها الضوئية .

(د) لا يمكن عمل محاليل غروية مركزة منها تحتفظ بحالتها الغروية طويلا .

ومن الدقائق ما لا تستطيع الانتشار ، ويرجع ذلك إلى عدم قابليتها

للارتباط بالماء أو المجموعات الأيدروكسيلية، وذلك مثل دقائق الفلسبار، وكثير من المواد الخشنة.

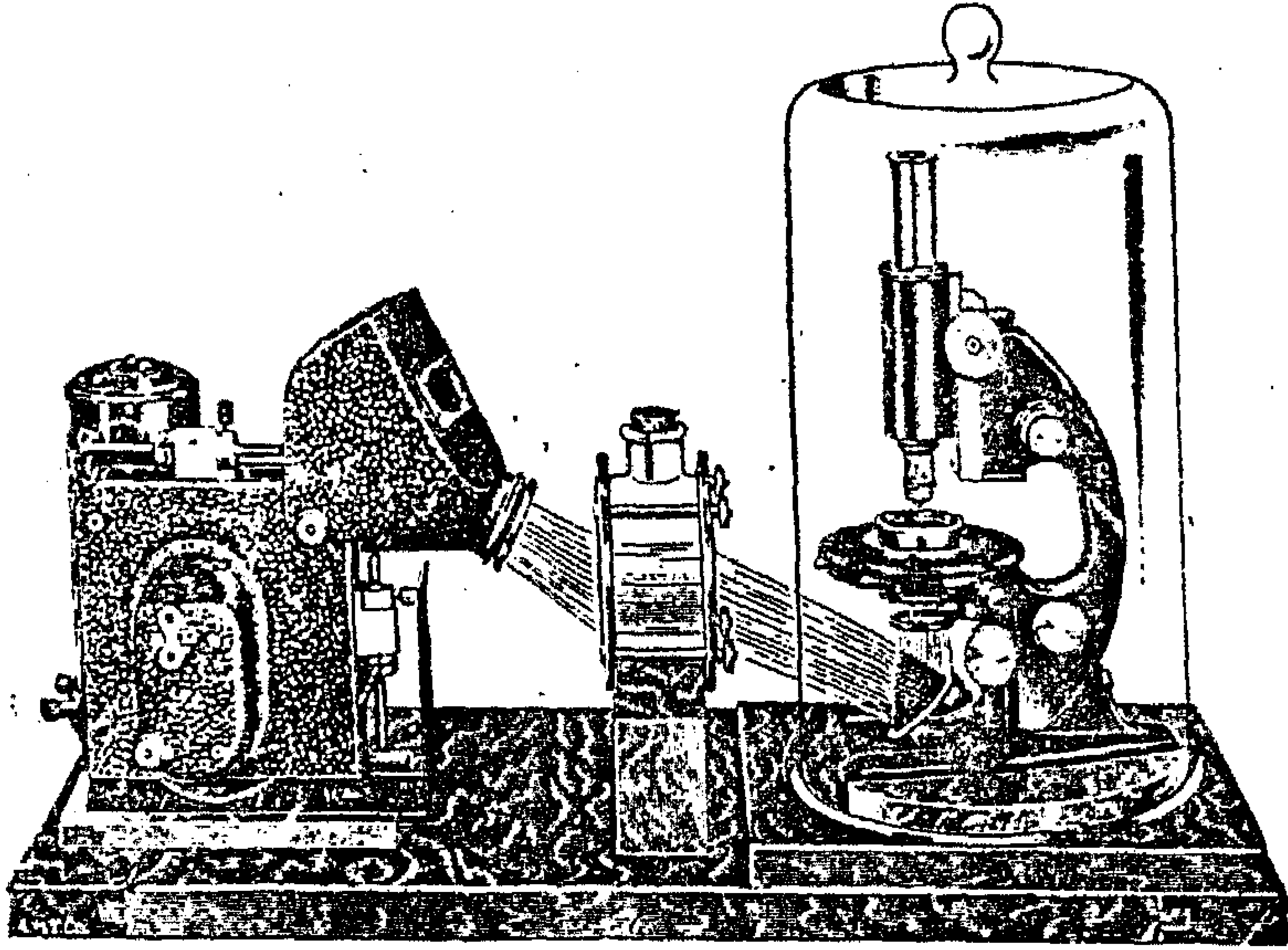
الخواص العامة للمحاليل الغروية :

تشترك المحاليل الغروية فى خواص ضوئية وحركية وكهربية وكيميائية عامة.

الخواص الضوئية :

المحاليل الغروية مخلوطات غير متجانسة لوجود دقائقها فى حالة عدم اندماج كامل مع جزيئات وسط الانتشار. ويستدل على ذلك من إمكان تتبع مسار الأشعة الضوئية التى تمر خلال المحلول الغروى، وذلك نتيجة تشتت الأشعة بواسطة الدقائق. وتعرف ظاهرة تشتت الأشعة الضوئية عند مرورها فى المحاليل الغروية بظاهرة « تندال »، وتستعمل هذه الظاهرة فى التفريق بين المحاليل الغروية والمحاليل الحقيقية التى لا تشتت الأشعة الضوئية المارة فيها كذلك تستخدم الظاهرة فى التقدير النسبى لأبعاد الدقائق فى المحلول الغروى من متابعة تأثير الدقائق على تشتيت الأشعة الضوئية.

ويستعمل فى مشاهدة ظاهرة تندال ميكروسكوب يعرف بالألترا ميكروسكوب مبين فى شكل رقم (٥)، ويستعمل فى اختبار ظاهرة تندال، ويظهر لون الدقائق وتعرف طريقة الاختبار الضوئى للمحاليل الغروية بطريقة « زيجموندى » نسبة إلى أول من صنع الألترا ميكروسكوب، ويستخدم الاختبار بكثرة فى الدراسات البكتريولوجية.



(شكل ٥)

الترا ميكروسكوب « تزيس »

الخواص الحركية :

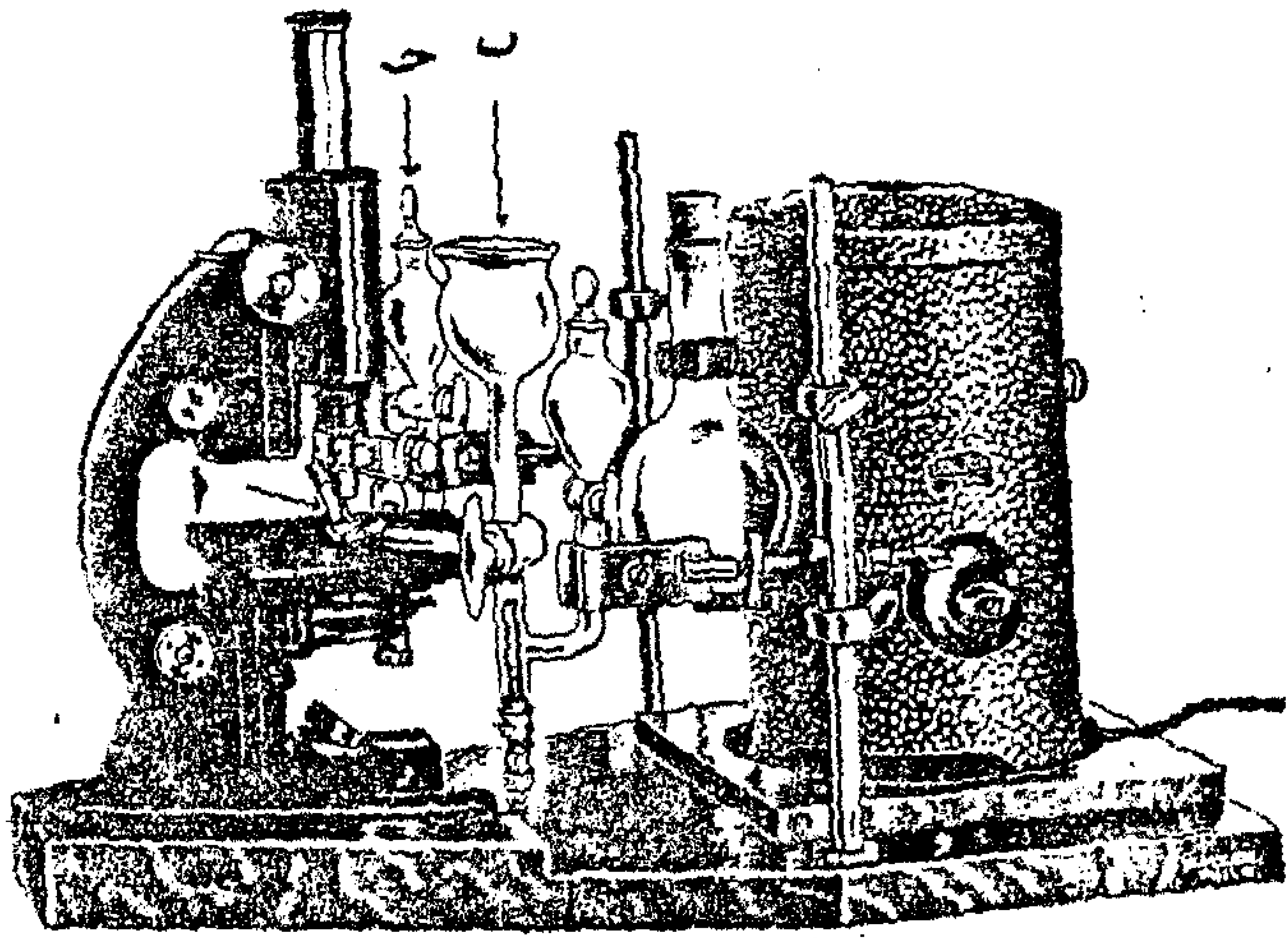
تتحرك دقائق المحاليل الغروية حركة دائمة نتيجة دفع جزيئات وسط الانتشار لها من ناحية ، ولتنافر بعضها من البعض لتشـــابه نوع شحناتها الـكهربية من ناحية أخرى . وتعرف حركة الدقائق هذه بحركة « براون » وذلك بالنسبة لمـكتشفها ، ويمكن ملاحظة حركة براون بالألترا ميكروسكوب وتتحرك الدقائق الصغيرة الميالة للسوائل حركة أنشط من حركة الدقائق الـكبيرة النافرة للسوائل .

الخواص الـكهربية :

يعزى ثبات المحاليل الغروية إلى وجود شحنات كهربية موحدة النوع على سطح الدقائق ، ولإثبات وجود هذه الشحنات على سطح الدقائق فى محلولها

الغروى تجرى تجربة انتقال الدقائق تحت تأثير قوة دافعة كهربية نحو القطب المخالف فى كهربيته لنوع شحنة تلك الدقائق ، وتعرف خاصة انتقال الدقائق هذه « بتأثير الجذب الكهربى » .

وتستخدم عدة أجهزة لإثبات وجود شحنات كهربية موحدة على دقائق المحاليل الغروية ، وتستعمل هذه الأجهزة لتقدير نوع الشحنة وسرعة انتقال الدقائق فى الأوساط المختلفة . ومن هذه الأجهزة جهاز تأثير الجذب الكهربى لنورثروب وكونيتيز المبين فى شكل رقم (٦) .



(شكل ٦)
جهاز تأثير الجذب الكهربى « نورثروب وكونيتز »

ويتكون الجهاز من خلية الجذب الكهربى (أ) وفيها يحدث انتقال الدقائق إما إلى قطب من الخارصين النقى (ب) متصل بقطب الدائرة الكهربية الموجب وذلك فى حالة الدقائق ذات الشحنات الكهربية السالبة ، وإما إلى

قطب آخر من الخارصين النقى (ج) متصل بقطب الدائرة الكهربية السالب، وذلك فى حالة الدقائق ذات الشحنات الكهربية الموجبة . ويلاحظ الانتقال واتجاهه فى التجربة بواسطة ميكروسكوب توضع أنابيب خلية الجذب الكهربى فى مجاله . كذلك تقدر سرعة انتقال الدقائق فى الاختبار، ويضاء الميكروسكوب وكذلك الخلية بأشعة ضوئية مولدة من مصباح كهربى فى الطرف الآخر من الجهاز ، وتمر الأشعة فى طريقها إلى مرآة الميكروسكوب فى زجاجة مملوءة بمحلول بى كرومات البوتاسيوم لتنقيتها .

وهناك نوعان من انتقال الدقائق ، وذلك حسب اتجاه سيرها ونوع شحنتها الكهربية ، وهذان النوعان هما :

(١) الجذب الكهربى المهبطى ، وذلك فى حالة اتجاه الدقائق موجبة الشحنة نحو المهبط .

(٢) الجذب الكهربى المصعدى ، وذلك فى حالة اتجاه الدقائق سالبة الشحنة نحو المصعد .

ومن أمثلة الدقائق ذات الشحنات السالبة دقائق مواد السيليكا وحامض السيليسيك والكبريت والكبريتيدات والفلزات — وكذلك جميع دقائق المواد العضوية مثل الصمغ العربى والنشا وزلال البيض والجمالكة .

ومن أمثلة الدقائق ذات الشحنات الموجبة دقائق الأيدروكسيدات مثل أيدروكسيد الحديديك وأيدروكسيد الألومنيوم .

وشحنات الدقائق معرضة للتغير فى نوعها تحت تأثير بعض العوامل وحسب نوع الأيونات الموجودة فى وسط الانتشار عند تكوين تلك الدقائق .

وتتوقف خاصة تأثير الجذب الكهربى على فرق الجهد بين ثابت العزل الكهربى للماء أو سائل وسط الانتشار وبين شحنة الدقائق . فقد لوحظ أن هناك من الدقائق ما لا ينتقل تحت تأثير القوة الدافعة الكهربية ، وذلك لعدم وجود فرق الجهد المشار إليه ، وذلك كما فى حالة استعمال سوائل الكلوروفورم والإيثير والبنزول وعطر التربنتين كوسط انتشار .

وتختلف خاصة تأثير الجذب الكهربى فى المحاليل الغروية عن الخواص الكهربية فى المحاليل الحقيقية التى تتعرض فيها المواد المذابة تحت تأثير قوة دافعة كهربية إلى عمليات التحليل الكهربى التى تتفكك فيها المادة إلى عدد متساو من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة ، حيث يتجه كل نوع من الأيونات نحو القطب المخالف لنوع شحنته فى الدائرة الكهربية .

كذلك تختلف خاصة تأثير الجذب الكهربى فى المحاليل الغروية عن خاصة « الجذب الكهرأوزوموزى [1] » التى تمر فيها السوائل خلال الأغشية شبه المنفذة إلى المحاليل المركزة تحت تأثير قوة دافعة كهربية أيضاً .

مصدر شحنات الدقائق :

يفسر وجود الشحنات الكهربية على سطح الدقائق بأحد الفروض الآتية :

(١) الاحتكاك بين الدقائق وبين وسط الانتشار . وقد استبعد هذا الفرض لعدم انطباقه على البحوث التى أجريت لإثبات صحته .

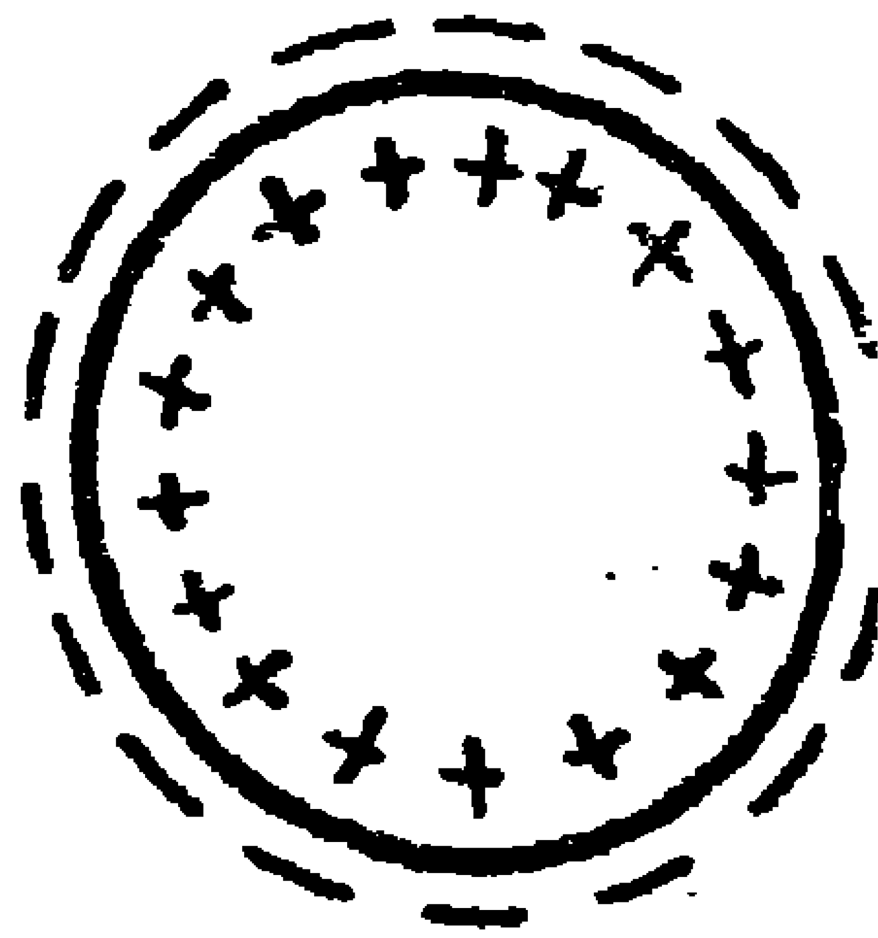
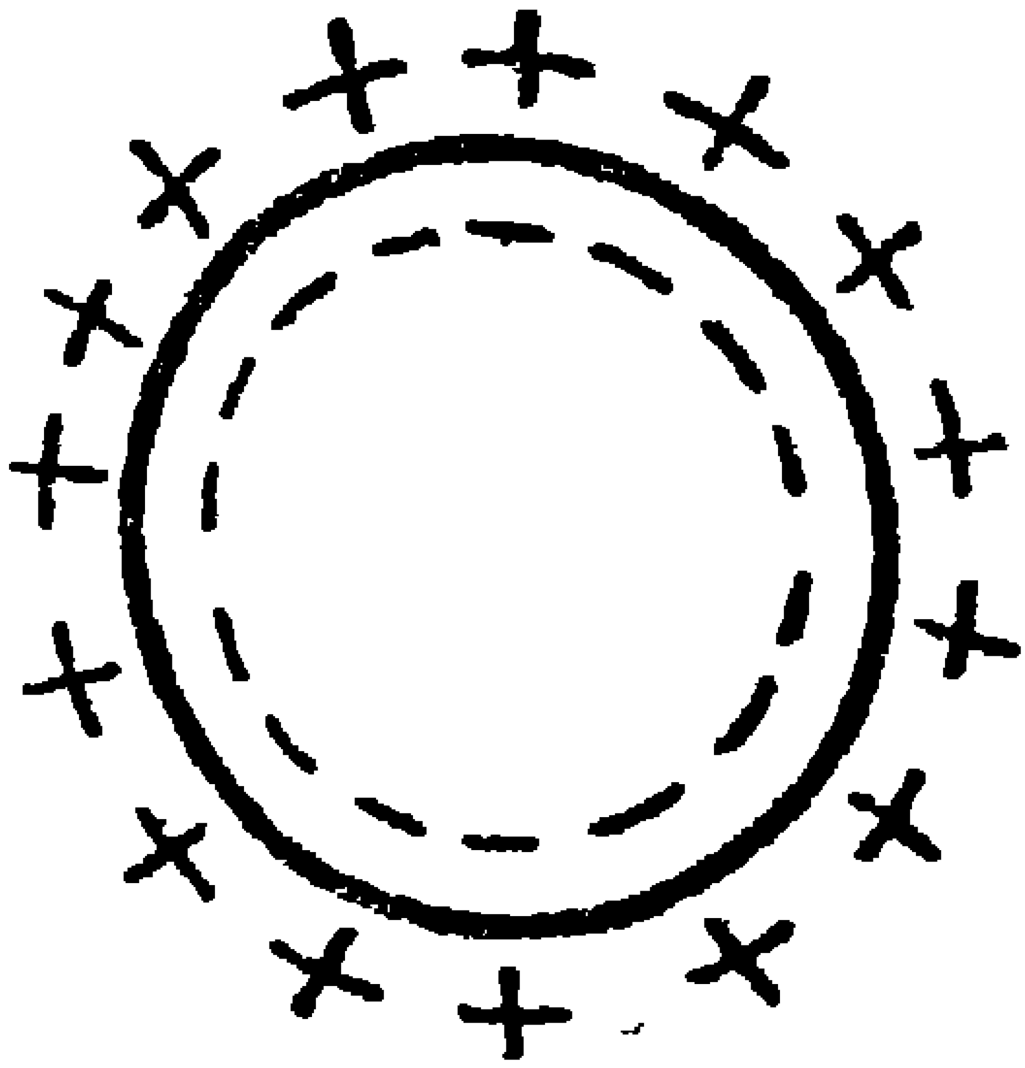
(١) رلستون : تعريفان لكل من خاصة الجذب الكهرأوزوموزى وخاصة تأثير الجذب الكهربى للدقائق . مجلة الهندسة الكيميائية للفلزات ، ٢٧ ، (١٦) ، ٧٧٨ : ١٩٢٢.

(٢) ادمصاص سطح الدقائق لبعض الأيونات المنتشرة فى وسط الانتشار وخاصة فى أثناء تكوينها . وقد أيدت البحوث صحة هذا الفرض . فقد لوحظ فى أغلب حالات تكون المحاليل الغروية أن وجود كميات قليلة من المواد المتأينة لازم لتثبيت المحلول الغروى ، وأن إزالتها تماماً بالفصل الغشائى مثلا يسبب عدم ثبات المحلول الغروى وترسيب دقائقه . ومما يثبت صحة هذا الفرض إمكان تغيير نوع شحنة دقائق المادة الواحدة فى كثير من المحاليل الغروية بتغيير نوع أيونات سائل وسط الانتشار ، وذلك كما فى حالة تحضير محلول غروى من يوديد الفضة مثلا .

(٣) كذلك يمكن تفسير وجود الشحنات الكهربية على دقائق المحاليل الغروية بفرض حدوث تفكك سطحى للدقائق ذاتها وفقدها لجزء منها يفقدها تعادلها ويعمل على ارتباطها بوسط الانتشار . فعندما تفقد الدقائق أجزاء ذات شحنات موجبة تصبح ذات شحنات سالبة . أما الدقائق التى تفقد جزءاً سالب الشحنة فتصبح شحنات موجبة . ويؤيد هذا التفسير ما يحدث فى محاليل مواد الصباغة الحامضة والقلوية . فيلاحظ أن دقائق الأصباغ الحامضة ذات شحنات سالبة وأن دقائق الأصباغ القلوية ذات شحنات موجبة . ويرجع تفسير ذلك إلى تفكك الصبغ الحامض إلى أيون الأيدروجين موجب الكهربية والذى يسبب حموضة محلول الصبغ عندما يترك دقائق مادة الصبغ إلى وسط الانتشار والتى تصير ذات شحنات سالبة . وقياساً على ذلك تشحن دقائق الصبغ القلوى بشحنات موجبة نتيجة لتفككها إلى أيونات الأيدروكسيد سالبة الشحنة والتى تسبب قلوية المحلول . أو قد تدمص دقائق الصبغ أيونات أيدروجين الوسط المائى فتصبح ذات شحنة موجبة وتسبب أيونات الأيدروكسيد الباقية فى السائل قلويته .

تعادل المحاليل الغروية :

لما كان المحلول الغروى ثابتا فى رقمه الأيدروجينى ، فقد فسر «هلمهولتز» تعادل دقائق المحلول ذات الشحنة الكهربية بفرض وجود طبقة من الأيونات ذات الشحنة المخالفة لشحنة الدقائق فى النوع ، تحيط بالدقائق وتكون مساوية لها فى المقدار . ومصدر تلك الشحنات هو وسط الانتشـــار . وأطلق على الطبقتين من الشحنات اسم « طبقتا هلمهولتز » ومن العوامل التى تزيد من شحنة الدقائق إضافة مواد مماثلة لها فى الشحنة كأيونات بعض المواد كما فى شكل (٧) .

(شكل ٧)

دقيقة سالبة — دقيقة موجبة

طبقتا هلمهولتز

الخواص الكيميائية :

الحالات الغروية خاصة طبيعية ميكانيكية لا تتعلق بالناحية الكيميائية ، فلا تظهر المحاليل الغروية خواص موادها ولا تفاعلاتها الكيميائية وهى فى حالاتها الغروية . كذلك تحتفظ المحاليل الغروية برقمها الأيدروجينى طالما ظلت فى حالتها الغروية . وأى تغيير فى الرقم الأيدروجينى للمحلول الغروى يغير من خواصه الغروية وربما أفقده خاصيته .

تحضير المحاليل الغروية :

تكون بعض المواد محاليل غروية بتركهـــا أو بتقليبها أو بمجرد تسخينها تسخيناً بسيطاً فى وسط انتشار مناسب لها . وذلك كما فى عمل محاليـل غروية من مواد الجيلاتين أو النشا أو السليولوز فى المـــاء ، كذلك يكون المطاط الطبيعى فى البنزين محلولا غروياً . ويرجع السبب فى ذلك إلى أن جزيئات هذه المواد فى حجم الدقائق ، وأنها عند إذابتهـا فى مذيب مناسب تتفكك كتلها إلى جزيئات غروية . وتحدث هذه الحـالة فى الدقائق الألترايميكرونية الميالة للسوائل .

أما المواد ذات الدقائق الميكرونية النافرة من الســوائل فتحتاج إلى تفتيت لتصل إلى حجم دقائقها . ولمـــا كانت أحجام الدقائق وسطاً بين أحكام الجزيئات وأحجام الحبيبات،لذلك تجهز المحاليـــل الغروية للمواد بصفة عامة بطريقتين أساسيتين هما .

١ ـــ طرق التفتيت : وفيها تفتت الأجسام إلى أن تصــل إلى أبعاد الدقائق.

٢ ـــ طرق التــكثيف أو التجميع : وفيها تتــكتل الجزيئات لتصبح فى نطاق أبعاد الدقائق .

طرق التفتيت

وتستخدم الوسائل الآتية لتفتيت الأجسام إلى دقائق .

الطريقة الميكانيكية . وفيها يفتت جسم المادة بطحنه مع وسط الانتشار

فى الطواحين الغروية كطواحين البلى مثلا ، وذلك كما فى حالة تجهيز محلول الكوارتز الغروى .

استعمال الموجات فوق السمعية :

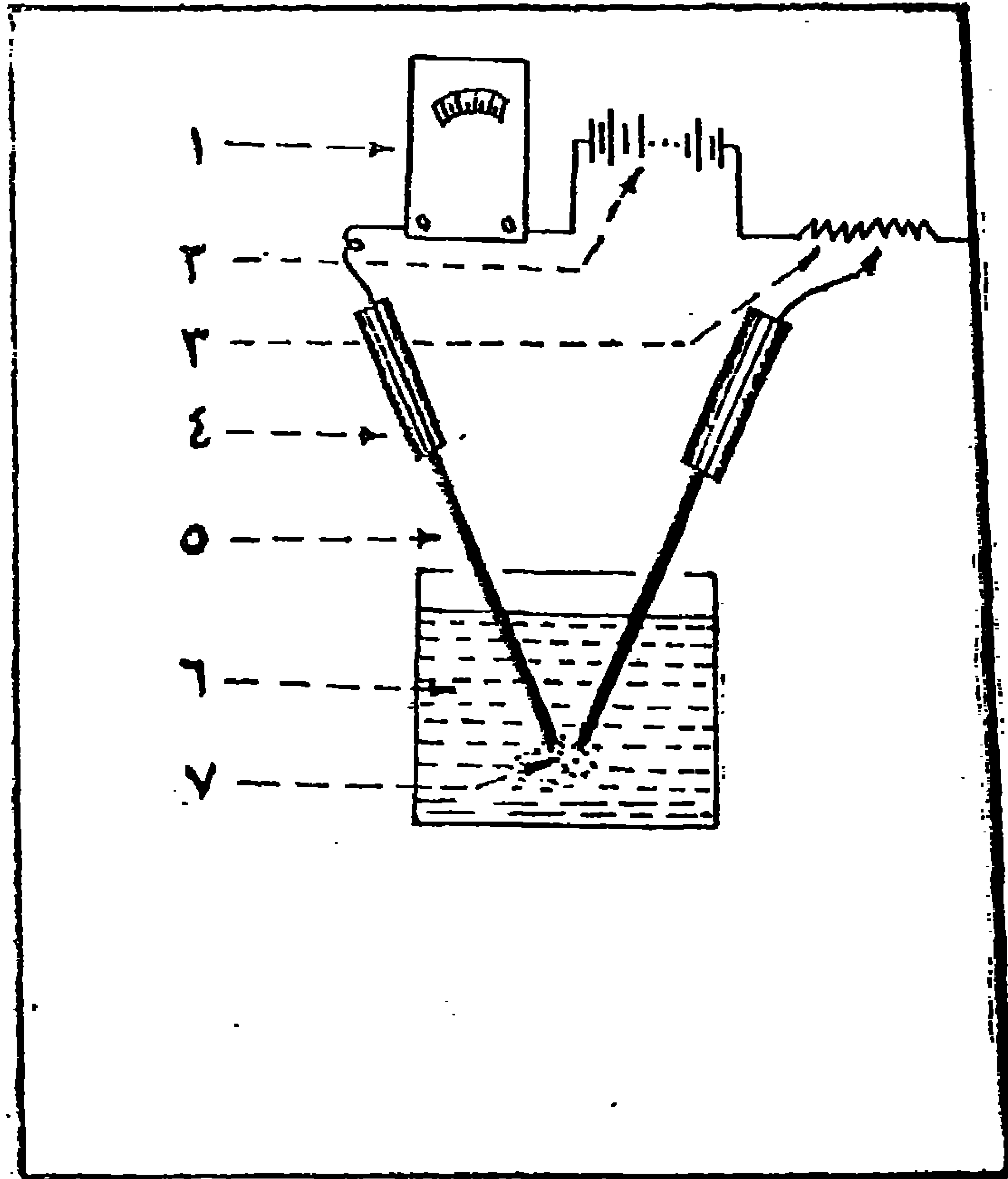
الموجات فوق السمعية موجات صوتية لاتسمعها الأذن البشرية لعلو ترددها وتستخدم هذه الموجات حديثاً فى تفتيت أجسام المواد إلى دقائقها. وتعتبر هذه العملية من عمليات الطرق الميكانيكية . وأكثر ما تستعمل فيه هذه الطريقة الأعمال الطبية .

الطريقة الكهربائية :

وفيها يحدث التفتيت نتيجة إمرار تيار كهربائى عالى الضغط محدثا شرارة كهربائية على هيئة قوس بين قطبين من المادة المطلوب الحصول على محلولها الغروى . فيحدث أن تتطاير جزيئات طرفى القطبين من هـذه الحرارة وعلو الضغط الكهربائى . ثم تعود تلك الجزيئات وتتكثف على هيئة دقائق ، وعلى ذلك تجمع هذه الطريقة بين عمليتى التفتيت والتكثيف . وتستخدم الطريقة الكهربية فى تجهيز محاليل الفلزات الغروية كما فى شكل رقم ٨ .

استعمال العوامل المجزئة :

تعتمد هذه الطريقة على تفكيك المادة إلى دقائق بواسطة إضافة عوامل لها قدرة تفتيت وتجزئة أجسام هـذه المواد . وللماء من أهم العوامل المجزئة للمواد ذات الدقائق الميالة له مثل الصمغ ، وذلك بجانب كونه وسطا لانتشار الدقائق المتكونة .



(شكل ٨)

جهاز تحضير محلول غروى بالطريقة الكهربائية

(١) أميتر . (٢) بطارية .
(٣) مقاومة متغيرة . (٤) مقبض عازل .
(٥) ساق الفلز . (٦) ماء .
(٧) قوس كهربى .

كذلك تعمل محاليل الأيدروكسيدات المخففة على تجزئة بعض المواد إلى دقائقها . وتضاف الأيدروكسيدات القلوية أو كربوناتها إلى مخلوط المواد مع الماء فى أثناء تجهيز محاليلها الغروية ، كما فى عمليات عجن الطين .

وتختلف العوامل المجزئة المستخدمة باختلاف المواد . وكقاعدة عامة يساعد وجود أيون مشترك بين العامل المجزئ وبين المادة على تكوين دقائق الأخيرة،

فتساعد أيدروكسيدات أو كربونات الفلزات القلوية على تجزئة أيدروكسيدات الفلزات وتكوين دقائقها، كما يعمل غاز كبريتيد الأيدروجين على تكوين دقائق الكبريت والمواد الكبريتيدية، ويساعد أيون الكلوريد على تكوين دقائق من كلوريد الفضة الحديث التكوين.

طرق التكثيف :

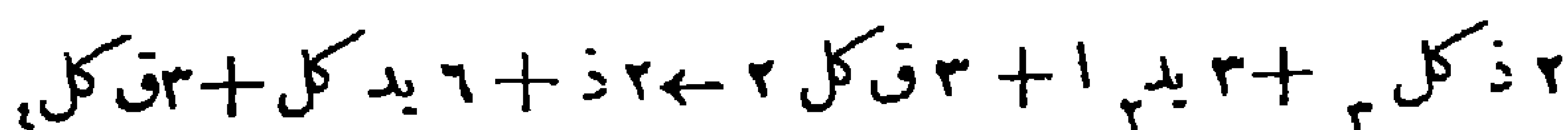
يحدث تكثيف أو تجمع الجزيئات إلى دقائق فى التفاعلات الكيميائية الآتية :

عمليات الاختزال :

تتكثف جزيئات الفلزات إلى دقائق بعد اختزالها من مركباتها . ويراعى استعمال عوامل اختزال غير متأينة مثل غاز الأيدروجين وأول أكسيد الكربون والفوسفور الأصفر والفورمالدهيد والهيدرازين والأيدروكينون عند ما يراد عمل محاليل غروية بهذه الطريقة .

وقد أمكن تحضير كثير من محاليل الفلزات الغروية مثل محلول كاسيوس للذهب، ومحلول الفضة الغروى، ومحلول البلاتين الغروى عن طريق اختزال محاليل مركباتها .

وتساعد إضافة قليل من بعض الغرويات الحافظة ، مثل محلول الصمغ العربى على تثبيت المحاليل الغروية لهذه الفلزات . ومن التفاعلات التى تحدث عند الاختزال تفاعل اختزال كلوريد الذهب بكلوريد القصدير عند تحضير محلول كاسيوس :

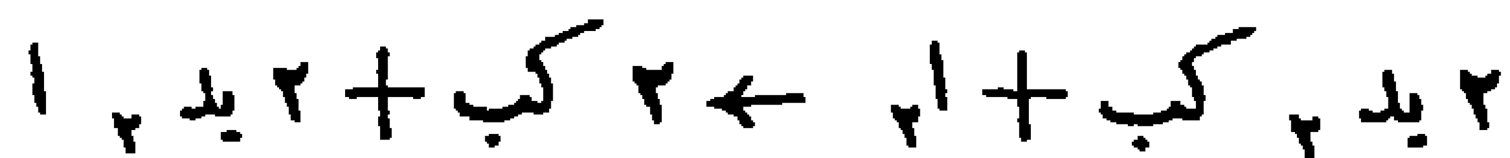


٢ ذ كل$_{٣}$ + ٣ يد$_{٢}$ ا + ٣ ق كل$_{٢}$ ← ٢ ذ + ٦ يد كل + ٣ق كل$_{٤}$

ويعادل حامض الأيدروكلوريك الناتج بإضافة مادة قلوية مثل كربونات المغنسيوم محلول كلوريد الذهب قبل عملية الاختزال .

عمليات الأكسدة :

تجهز محاليل بعض اللافلزات الغروية من أكسدة محاليل مركباتها حيث تتجمع جزيئات اللافلز على هيئة دقائق بعد اختزال مركبه ، كذلك يراعى فى هذه العملية أيضاً استعمال عوامل مؤكسدة غير متأينة . ومن العوامل المؤكسدة الكثيرة الاستعمال فى هذه الطريقة غاز الأكسيجين وغاز ثانى أكسيد الكبريت . ومن المحاليل الغروية للافلزات المحضرة بهذه الطريقة محلول الكبريت الغروى الذى يحضر من إمرار غاز الأكسيجين أو غاز ثانى أكسيد الكبريت فى محلول كبريتيد الأيدروجين فى الماء .


٢ يد ٢ كب + ا٢ ← ٢ كب + ٢ يد ٢ ا

وتحدث العملية السابقة طبيعياً فى مياه العيون الكبريتية عند تعرضها لأكسيجين الهواء ، كما هو ملاحظ فى عيون حلوان الكبريتية حيث ترى مياه العيون المنسابة فى بركها بلون اللبن نتيجة انتشار دقائق الكبريت بعد أكسدة كبريتيد الأيدروجين المذاب فى الماء بأكسيجين الهواء .

كذلك يحدث تكون دقائق الكبريت عند إمرار ثانى أكسيد الكبريت فى محلول كبريتيد الأيدروجين كما فى التفاعل الآتى :


٢ يد ٢ كب + كب ا ٢ ← ٣ كب + ٢ يد ٢ ا

إلا أن المحلول الناتج أقل ثباتاً فى غرويته من محلول الكبريت الغروى الناتج عن أكسدة الأكسيجين ، وذلك لزيادة تركيز الكبريت فى المحلول الأخير .

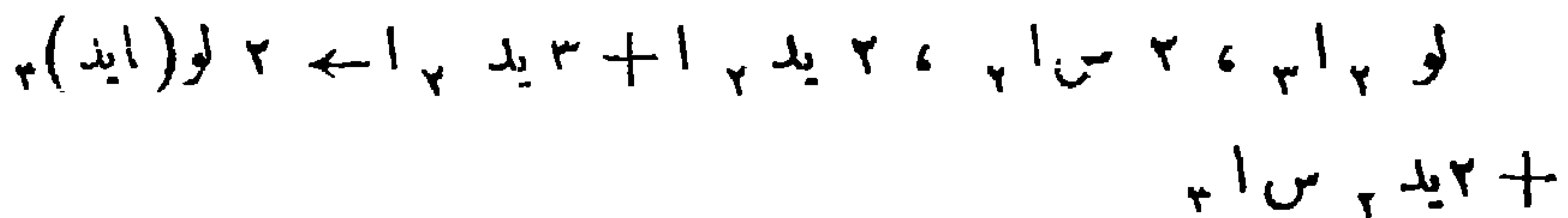
ومن المشاهد عند البحث عن فلزات المجموعة الثانية بترسيب كبريتيداتها بإمرار غاز كبريتيد الأيدروجين فى محاليلها تتكون محلول كبريت غروى عند وجود نترات أو حامض نتريك فى وسط التفاعل .

كذلك يجهز محلول لافلز السيلينيوم الغروى من إمرار غاز الأكسيجين فى محلول مركب سيلينيدى .

عمليات التميؤ :

التميؤ هو تفكك الأملاح نتيجة لاتحاد الماء بمكوناتها ، وذلك باتحاد أيون أيدروكسيد الماء بشق المادة القاعدى مكوناً أيدروكسيد الفلز واتحادأيون الأيدروجين بالشق الحامض مكوناً حامضاً . ولا تتكون محاليل غروية من عمليات التميؤ إلا إذا كانت نواتج التفاعل غير قابلة للذوبان فى سائل المحلول المكون لوسط الانتشار،وذلك حتى لا تذوب النواتج وهى على هيئة جزيئات مكونة محاليل حقيقية ويتمنع تجمع الجزيئات إلى دقائق .

كذلك يراعى عدم وجود مواد متأينة بين نواتج عملية التميؤ ومن أهم حالات تكوين المحاليل الغروية نتيجة عمليات التميؤ هى تكوين دقائق السيليكا المائية أو حامض السيليسيك الغروى والألومينا المائية عند تفاعل الماء مع مادة الطين فى عمليات اللترنة :



عمليات التبادل المزدوج .

وهى من العمليات الكيميائية التى يمكن الحصول بواسطتها على محاليل

غروية لبعض المركبات عندما تكون نواتج التفاعل غير قابلة للذوبان فى سائل المحلول ولا تحتوى على مواد متأينة تعمل على ترسيب دقائق المركب الناتج . ومن أمثلة المحاليل الغروية التى تحضر بهذه الطريقة محاليل هاليدات الفضة الغروية ، ومحلول كبريتيد الزئبقيك الغروى الناتج من إمرار غاز كبريتيد الأيدروجين فى محلول سيانيد الزئبقيك .



وكذلك عند تكوين محلول كبريتيد الزرنيخوز الغروى عند إمرار غاز كبريتيد الأيدروجين فى محلول زرنيخوزى .



تنقية المحاليل الغروية :

تنقى المحاليل الغروية مما يخالطها من مواد متأينة لغرض تثبيتها وعدم ترسيب دقائقها . وتجرى عمليات التنقية بواسطة الفصل الغشائى ، باستعمال أغشية شبه منفذة كورق السلوفان والورق المصقول أو غيرها من الأغشية شبه المنفذة التى تسمح بنفاذ الأملاح والمواد الذائبة فى المحاليل الحقيقية ، ولا تسمح بنفاذ أو انتشار المحاليل الغروية . وتجرى العمليات تبعاً لخاصة اتجاه جزيئات المحاليل الحقيقية المختلطة بالمحلول الغروى إلى ما يحيط بالغشاء من ماء نقى . ويستبدل الماء بين الحين والآخر للمحافظة على وجود فرق بين التركيز العالى داخل الغشاء وبين الماء النقى خارجه حتى يستمر اتجاه المواد الذائبة نحو الماء والتمكن من إتمام فصلها عن المحلول الغروى .

التنقية بالفصل الغشائي تحت تأثير قوة دافعة كهربائية :

وفيها تعمل قوة دافعة كهربائية على الإسراع من نفاذ أيونات جزيئات المواد الذائبة فى المحاليل الغروية خلال الغشاء شبه المنفذ ، نتيجة لجذب تلك الأيونات إلى قطبي الدائرة المخالفة لنوع شحناتها ، وذلك خلال طبقة من ماء نقي يفصل بين المحلول الغروى والقطب الكهربائي حتى لا يتعرض المحلول الغروى نفسه لتأثير أحد القطبين المخالف لنوع شحنات دقائقه الكهربائية فيرسبها عنده كما فى شكل (٩ ، ١٠)

تنقية المحاليل الغروية بالترشيح تحت ضغط عال :

وفيها يستخدم ضغط عال يتراوح مقداره بين ١٠ — ٢٠ ضغطاً جوياً للعمل على فصل المحاليل الحقيقية عن المحلول الغروى المراد تنقيته منها ، وذلك عن طريق مسام مرشح متين الجدار كورق السولوفان أو ورق الترشيح العادى بعد تقوية أى منهما بغمسه فى الكلوديون أو محلول الجيلاتين ثم غمره فى محلول فورمالدهيد وغسله بعد ذلك بالماء النقي عدة مرات .

وفى الشكل رقم (١١) جهاز العملية . ويبين الشكل رقم (١٢) قطاعا يبين أجزاء الجهاز الداخلية

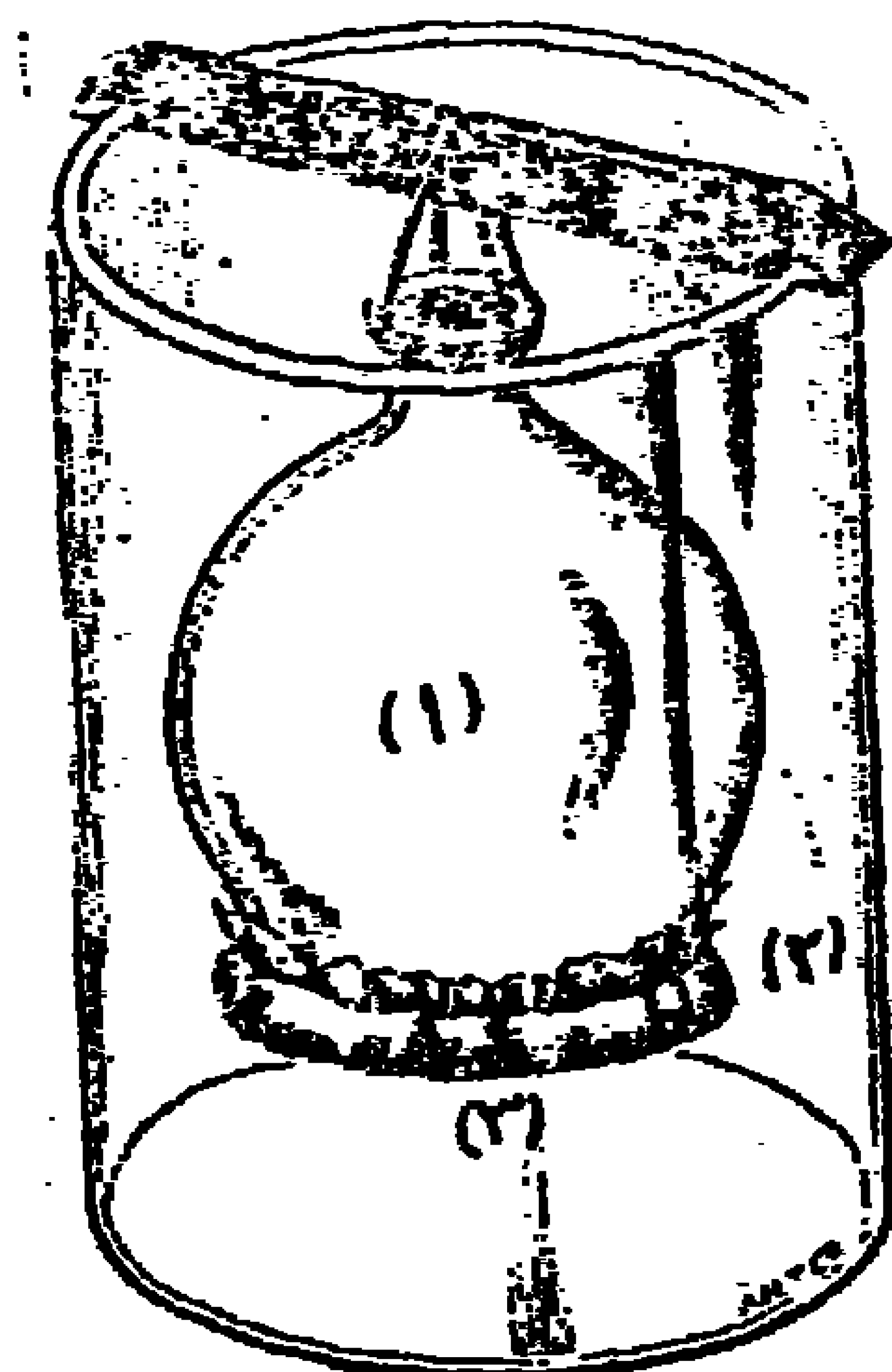
١ — ترمومتر .

٢ — إلى مصدر الماء النقي .

٣ — صنبور فتحة العينات .

٤ — أسطوانة من الألندم (الجدار الخارجي) .

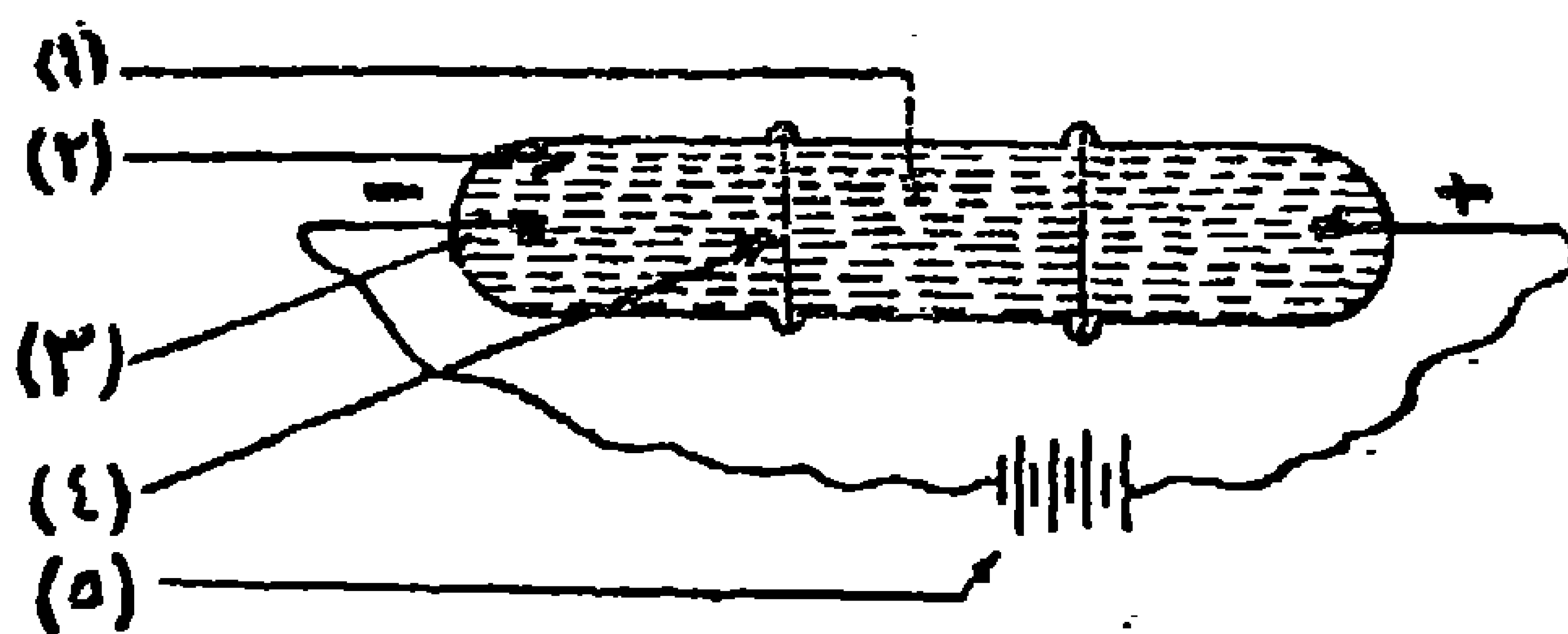
٥ — أسطوانة من الألندم (الجدار الداخلي) .



شكل (٩)

جهاز للفصل الغشائي

(١) إناء زجاجي (٢) حوض ماء نقي غشاء شبه منفذ



شكل رقم (١٠)

قطب كهربائي

جهاز تنقية فصل غشائي كهربائي

٦ — وعاء من زجاج بيركس .

٧ — إلى مضخة التفريغ .

٨ — إلى مضخة التفريغ .

٩ — إلى قمع الفصل للتخفيف .

١٠ — قطب بلاتين .

١١ — قطب نحاس .

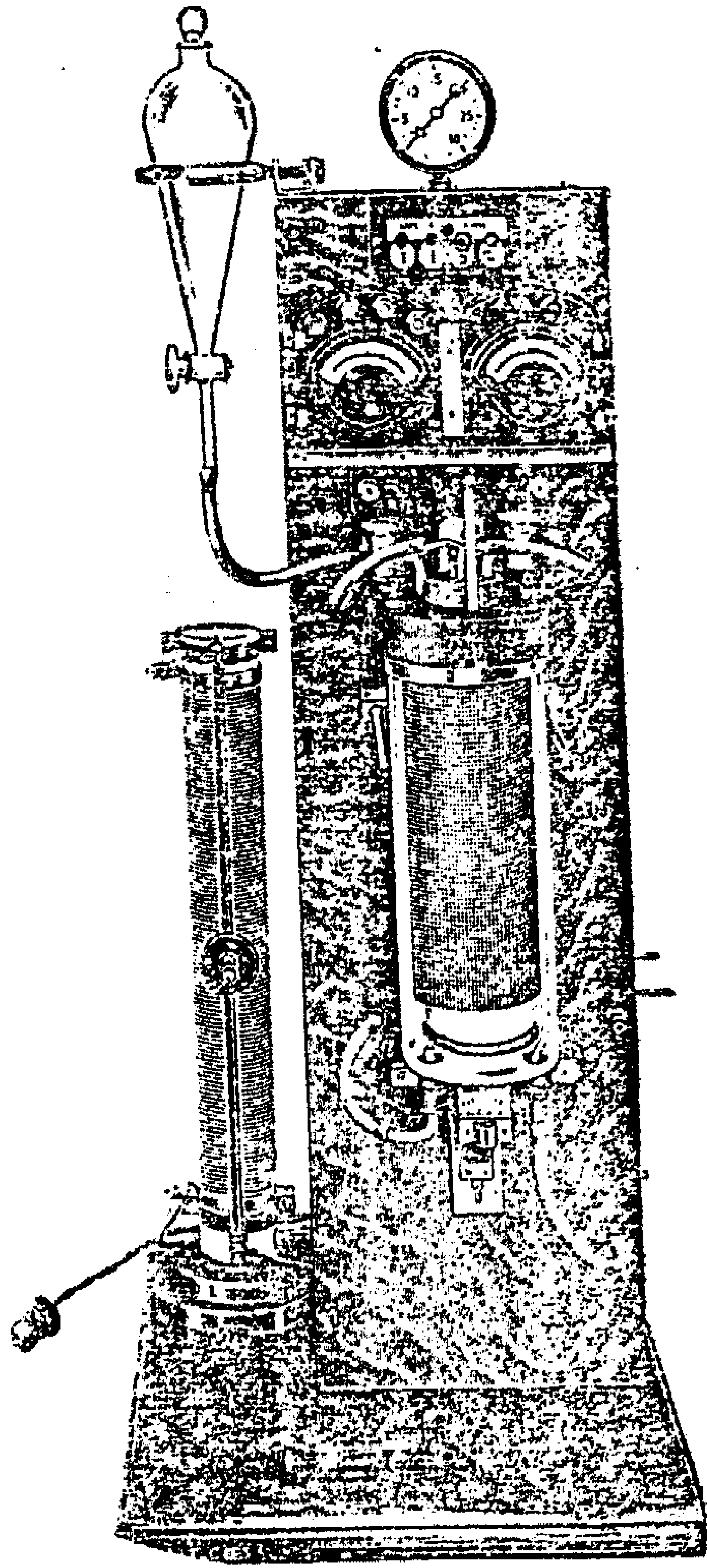
١٢ — إلى مصدر الماء النقي .

ويجمع في الجهاز مع الترشيح تحت ضغط عال خلال مرشح شبه منفذ من الألندام تأثير قوة دافعة كهربائية تعمل من ناحيتها على الإسراع في عملية الفصل والتنقية .

الغرويات الحافظة :

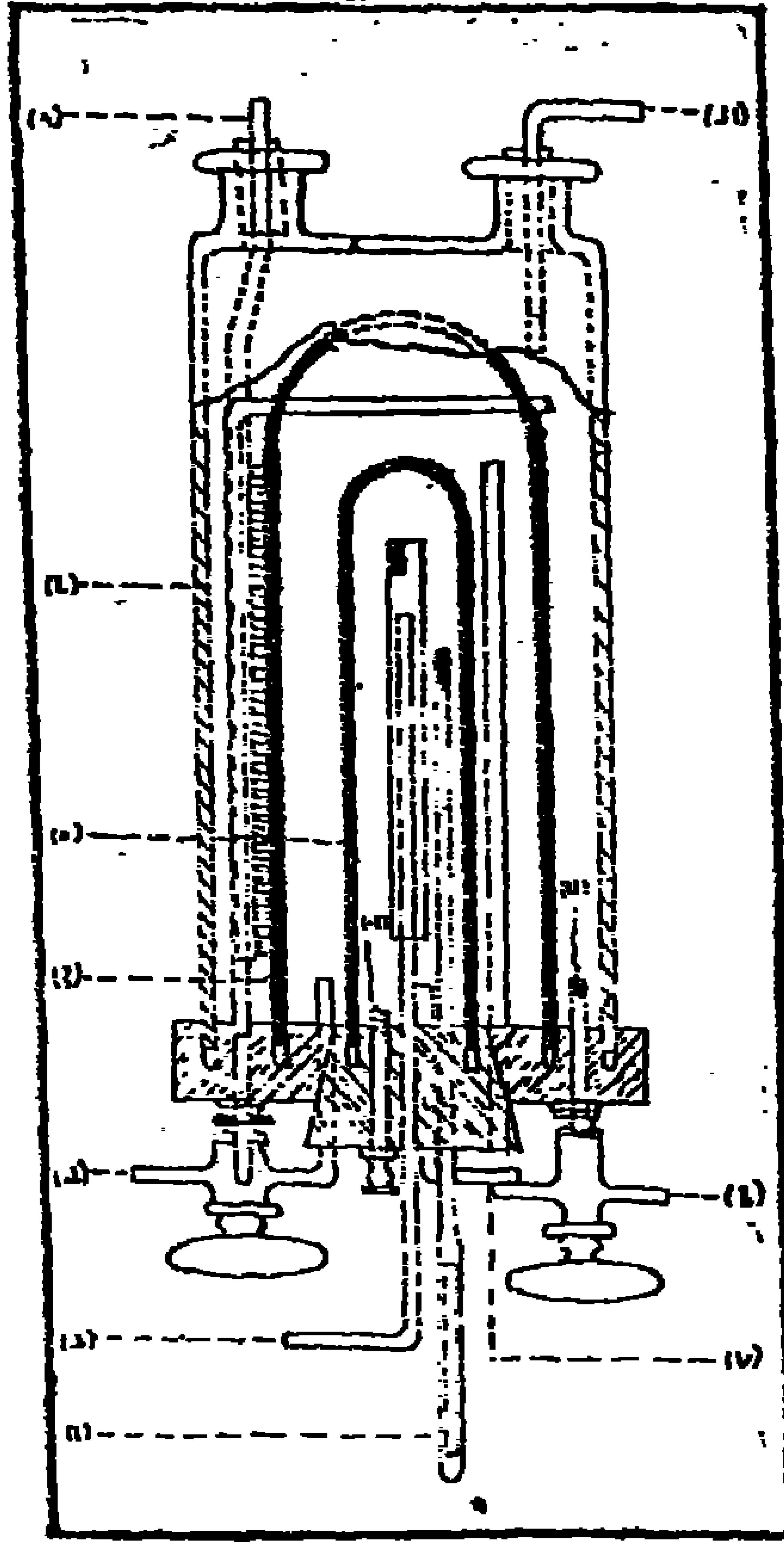
تستخدم بعض الغرويات الميالة للسوائل ذات الثبات وصعوبة الترسيب في حفظ غيرها من أنواع الغرويات ذات الدقائق النافرة من السوائل وتثبيتها ضد عوامل الترسيب . وتحيط الغرويات الحافظة بالدقائق النافرة من السوائل وتحفظها من تأثير المواد المتأينة وغيرها من عوامل الترسيب . ومن أشهر الغرويات الحافظة الكثيرة الاستعمال محلول الصمغ العربي والجيلاتين والكازين والجلسرين .

ويسمى عدد المليجرامات التي يلزم إضافتها من الغروي الحافظ إلى ١٠سم^{3} محلول ذهب غروي لحفظه من الترسيب عند إضافة ١ سم^{3} من ١٠ ٪ محلول كلوريد الصوديوم إليه بالعدد الذهبي .



شكل رقم (١١)

جهاز برونفنبرنر لتنقية المحاليل الغروية بالترشيح
تحت ضغط عال وتحت تأثيره قوة دافعة كهربائية



قطاع طولى فى جهاز برونفنبرنر
شكل رقم (١٢)

ويستعمل محلول الصمغ العربى فى حفظ عجائن التزجيج الزلقة من الرسوب .

كما تستعمل مخلفات وفضلات المذابح والدباغات فى تعطيل تجمد عجائن المصيص ويعمل الدبال على رفع غروية الطين .

حالات ترسيب المحاليل الغروية :

تقع الدقائق تحت تأثير عدة عوامل تعمل على ترسيبها وفصلها عن وسط الانتشار فى المحاليل الغروية ، وقلما تعمل بعض العوامل على تفكيك الدقائق

إلى جزيئات موادها محولة لها إلى محاليل حقيقية . وترسب الدقائق تحت تأثير الجاذبية عندما تكبر أحجامها . وتكون عملية الرسوب على حالتين ، هما :

١ ـــ حالة الركود : وهى عندما ترسب الدقائق منفصلة عن وسط الانتشار لكنها ما زالت محتفظة بشحناتها الكهربائية . ويحدث ذلك عادة عند ارتفاع الثقل النوعى لمادتها . ويمكن للدقائق الراكدة أن تعود ثانية إلى حالة الانتشار مكونة محلولا غرويا ، وذلك بتقليبها أو استعمال بعض العوامل المجزئة كإضافة سائل وسط الانتشار نفسه .

وتختلف حالة الركود عن حالة التهيلم التى يكون فيها الملام الغروى من دقائق سائلة منتشرة فى وسيط انتشار صلب مع عدم وجود سائل وسط انتشار فوقها كما فى حالة غروى الجيلاتين أو النشا .

٢ ـــ حالة التجلط : وهى تكتل الدقائق إلى حبيبات أو أجسام خارج الأبعاد الغروية، نتيجة لفقد الشحنات الكهربائية المحيطة بالدقائق . وفى هذه الحالة يفقد الراسب الناتج خاصته الغروية، ولا يمكن أن يعود إليها بعد ذلك إلا إذا عولج بأحد طرق تحضير المحاليل الغروية مرة ثانية .

قاعدة وقانون ترسيب الدقائق :

تتبع الدقائق فى عمليات ترسيبها إلى كل من :

(١) قاعدة شولتز .

(٢) قانون استوكس .

قاعدة شولتز :

أجرى هاردى شولتز عدة تجارب على ترسيب الدقائق عن طريق معادلة شحناتها الكهربائية بإضافة مواد عالية التأين ذات شحنات كهربائية مضادة لشحنات الدقائق . وتوصل شولتز من تجاربه إلى أنه كلما ارتفع تكافؤ الأيون المرسب تضاعفت قدرة ترسيبه للدقائق . فوجد أن أيونات المواد الأحادية التكافؤ كأيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد مثلا ترسب مايعادلها من الدقائق ، وأن قدرة ترسيب الأيونات الثنائية التكافؤ مثل أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم والكبريتات تعادل مائة مرة قدرة ترسيب الأيونات الأحادية التكافؤ ، أما الأيونات الثلاثية التكافؤ مثل الحديديك والألومنيوم والفوسفات فذات قدرة ترسيب تعادل سبعة أضعاف قدرة ترسيب الأيونات الثنائية التكافؤ .

قانون استوكس :

وجد استوكس أن معدل ترسيب الدقائق يتناسب طرديا مع مربع نصف قطر الدقيقة ، وذلك تبعاً للعلاقة الرياضية الآتية :

$$س = \frac{٢\ نق^{٢}\ حـ\ (ث_{١} - ث_{٢})}{٩\ ع}$$

حيث س رمز سرعة الهبوط بالسنتيمتر / الثانية .

، نق رمز نصف قطر الدقيقة بالسنتيمتر .

، حـ رمز ثابت الجاذبية الأرضية(٩٧٩ فى القاهرة) .

، $ث_{١}$ رمزالثقل النوعى لمادة الدقائق .

، $ث_2$ رمز الثقل النوعى لسائل وسط الانتشار .

، ع رمز لزوجة وسط الانتشار بالبواز .

وتبلغ لزوجة الماء فى درجة حرارة ٢٥° م ٠٫٠١٠ بواز .

عوامل ترسيب دقائق المحاليل الغروية :

من قاعدة شولتز وقانون استوكس وخواص المحاليل الغروية يمكن حصر عوامل ترسيب دقائق المحاليل الغروية فى الآتى :

١ — يعمل التسخين إلى درجات الحرارة العالية على خفض لزوجة سوائل وسط الانتشار مما يعمل على ترسيب الدقائق .

٢ — يعمل التبريد القارس على شل حركة الدقائق مما يعمل على رسوبها .

٣ — يفقد تجفيف المحلول الغروى سائل وسط انتشار الدقائق ، وذلك بسبب ركودها .

ويكون ترسيب الدقائق بواسطة العوامل الثلاثة السابقة على هيئة ركود فى أغلب حالات الترسيب ، ويمكن للدقائق استعادة حالات انتشارها .

٤ — إضافة مواد ذات شحنات مضادة لشحنات الدقائق ، أو تعريض الدقائق لمجال كهربائى مخالف فى نوع كهربيته لشحنات الدقائق يسبب تجلط الدقائق مع فقدها لخاصتها الغروية .

التطبيقات العمليـة لعوامل الترسيب :

من الأمثلة العملية الكثيرة التى يستفاد فيها من فعل عوامل ترسيب الدقائق النواحى الآتية :

١ — استعمال الشب المحتوى على الألومنيوم أو الحديد الثلاثى التكافؤ ذوى شحنة كهربائية موجبة فى ترويق المياه المحتوية على طين غروى سالب الشحنات الكهربائية عادة .

٢ — استعمال محلول كلوريد الحديديك المحتوى على أيون حديديك ثلاثى التكافؤ الموجب الكهربائية فى ترسيب الدم وتجليطه لإيقاف النزيف . ودقائق الدم سالبة الشحنات الكهربائية .

٣ — عمليات فرز الدقائق بزيادة الجاذبية عن طريق المحلول الغروى لقوة طاردة فى آلات الفرز . وذلك كما فى عملية فرز القشدة والمواد الدهنية من الألبان.

٤ — ترسيب الدقائق الضارة المنتشرة فى الهواء فى جو المصانع باستخدام ضغط كهربائى عال يؤين غازات الهواء لتعادل شحنات تلك الدقائق المنتشرة فيه ، وذلك كما فى مصائد « كوتريل » المستخدمة فى تنقية جو المصانع من أبخرة ودقائق الأحماض الأكالة .

٥ — عمليات تنقية وتجهيز الطين كما سيأتى تفصيله عند الكلام عن هذه العمليات .

غروية الطين

مكونات الطين الغروية :

المكونات الغروية الأساسية فى الطين هى سيليكات الألومنيوم المائية على اختلاف أنواعها وحامض السيليسيك الغروى والألومينا المائية ، مع مركبات الحديد المائية ، ومواد عضوية مائية موجودة بالطين على هيئة غرويات إضافية .

ويكثر وجود كميات صغيرة من الأملاح القابلة للذوبان مدمصة على سطح دقائق الطين .

ويحتوى الطين على مواد عديمة الغروية بجانب المواد السابقة مثل حبات الرمل وقليل جداً من بلورات معدن الـكاولينيت النقى وجسيمات من الطين الصينى والـكاولين مع غيرها من مواد خشنة طبيعية .

ومن أنواع الطين،مثل الطين الزلطى، ما هى عديمة الغروية فى حالاتها التى توجد عليها فى الطبيعة، وهذه تحتاج إلى معالجات خاصة عنـد تجهيزها لتستعيد غرويتها الـكامنة. وعلى النقيض من ذلك توجد أنواع أخرى من الطين، مثل الطينة اللازقة ، وكذلك البنتونيت ، عالية فى خواصها الغروية . وتتكون أنواع الطين التجارية من مخاليط من مقادير متوازنة من كل من الطين الغروى والمواد الخشنة .

وتتوقف غروية الطين على مقدار ما يحتويه من دقائق . وأهم مواد الطين الغروية هى :

السيليكا الغروية :

لاتوجد السيليكا ولا السيليكات على الحالة الغروية فى الطبيعة . ويرجع السبب فى ذلك إلى شدة صلادة السيليكا ومقاومتها لعوامل التفتت والتحلل. وحتى فى الحالات التى تتعرض لها السيليكا لعوامل التعرية والتحلل القاسية التى تحولها إلى دقائق من حامض السيليسيك الغروى فإن تلك الدقائق لاتستمر طويلا فى حالة غروية ، إذ سرعان ما تركد تلك الدقائق على هيئة سيليكا غير

متبلورة فى صور من الزلط إن كانت نقية والشيرت إن كانت غير نقية . وقد تترسب على صورة معدن المقيق الأبيض . كذلك يتصلب حامض السيليسيك المتخلل لرواسب الطين عند الجفاف .

ودقائق السيليكا من النوع النافر للسوائل ، ذات شحنات كهربائية سالبة.

وقد قدر « برادفيلد » فرق الجهد الكهربائى للسيليكا بالنسبة لثابت عزل الماء بمقدار — ٠٣٠ر٠ فولتا ، وتتغير شحنة دقائق السيليكا فى وسط حامض إلى نوع موجب الكهربائية.وقدر «فيكتور لينر» أبعاد دقائق السيليكا ووجد أن نحو ٨٥ ٪ من وزنها تقل أبعاد أقطارها عن أربعة ميكرونات و١٥ ٪ باقى الوزن يتراوح بعد أقطاره بين ٤ — ١٦ ميكروناً . وأظهرت جميع دقائق السيليكا المنتشرة فى ماء نقى حركة براون نشيطة، وظاهرة تندال الضوئية لعدة أسابيع .

وأفضل طريقة للحصول على محاليل غروية ثابتة لحامض السيليسيك هى غسل دقائقه فترة طويلة بمحلول سيليكات الصوديوم . كذلك أمكن الحصول على دقائق من السيليكا عند طحن رمال أتاوة فى طواحين بلى مدة تتراوح بين ٣٥٠ — ٤٠٠ ساعة .

ومن المشاهد منذ القدم عند قدماء المصريين تحول الكوارتز الحامل للذهب إلى مادة طينية ذات خواص غروية عالية عند طحنه مع الماء فى طواحين الرحى فى عمليات استخلاص الذهب منـــه . كذلك يحول الضغط والحرارة السيليكا المتبلورة أو المتجمدة إلى سيليكا مائية هلامية،وذلك عند ارتباطها بالماء فى مثل تلك الظروف ، وتؤيد ذلك نتائج أبحاث « ميخائيليس » التى عرضها فى ٩ مارس ١٩٠٩ على القائمين بصناعة أسمنت بورتلاند ، والتى تتلخص فى أن

مسحوق الكوارتز الناعم يتحول إلى حامض سيليسيك مائى غروى عند غليه مع الماء .

الألومينا والسيليكات الغروية :

يندر أن توجد الألومينا منفردة فى الطبيعة ، وذلك كمعادن الكورند واليواقيت ، وهذه معادن شديدة الصلادة لا يفوقها فى ذلك غير الماس ، وهذه مواد غير غروية . أما الألومينا المائية التى توجد فى الطبيعة على هيئة معادن البوكسيت واللاتيريت والدياسبور فهى مواد ذات غروية كامنة تظهر عند معالجتها بطرق خاصة . وتوجد الألومينا متحدة مع السيليكات على هيئة سيليكات معقدة فى معادن الفلسبار ، كما توجد متحدة مع السيليكا على هيئة سيليكات بسيطة كما فى الطين . وتوجد بين مكونات الطين ألومينا منفردة ، وذلك استنتاجاً لما أثبته « إدواردز »[1] من أن نحو ٤٤٪ من نتائج تحليل الطين تحتوى على نسب من الألومينا تزيد على نسبة وجودها فى سيليكات الألومنيوم مادة الكاولين . وتعلل سهولة استخلاص فلز الألومنيوم من خاماته الطينية إلى وجود ألومينا منفردة بها ، وقد نصح إدواردز باستخراج الفلز من تلك الخامات بدلا من استخراجه من خام البوكسيت فقط . ومن أشهر المعادن الصالحة لاستخراج فلز الألومنيوم غير البوكسيت معادن النيفيلين والصوداليت والأندالوسيت والسيليمانيت والكيانيت .

ووجد برادفيلد أن نوع شحنة دقائق أيدروكسيد الألومنيوم من النوع الموجب الكهربائية ، وأن فرق جهدها + ٠٦٧ر١ فولتا بالنسبة لثابت عزل الماء .

---

(١) إدواردز : وجود الألومينا المنفردة فى طين الولايات المتحدة الأمريكية . نشرة الجيولوجيا الاقتصادية ، ٩ ، ١١٢ : ١٩١٤ .

ويتحول الفلسبار إلى دقائق غروية عند سحقه طويلا مع ماء يحتوى على قليل من بعض المواد المتأينة .

أكاسيد الحديد الغروية :

أكاسيد الحديديك المائية مواد غروية موجبة الشحنة الكهربائية ، ولو أنها كثيراً ما تتحول إلى نوع سالب الشحنة . ويبلغ فرق جهد أيدروكسيد الحديديك الغروية + ٠٣٠ر٠ فولتا بالنسبة لثابت عزل الماء . وتزيد أكاسيد الحديديك المائية من غروية الطين عند وجودها فيه .

نوع غروية الطين :

عند اختبار طبيعة دقائق الطين المنتشرة فى الماء النقى وجدت من النوع النافر من الماء، ذات حركة براون ضعيفة، وظاهرة تندال قوية . ودقائق الطين وحدها غير متميزة الشحنة وإنما تكتسب شحناتها من ادمصاصها للأيونات السائبة فى وسط الانتشار فى أثناء تكوين الطين، وذلك مثل أيونات الأيدروكسيد من الأيدروكسيدات القلوية الناتجة فى أثناء عمليات تحلل الصخر الأصلى. وتسبب أيونات الأيدروكسيد المدمصة على سطح الدقائق شحنها بكهربائية سالبة . وقد وجد أن غروية الطين تنخفض عند إضافة الأحماض إليه ، لكنها تعود إلى الظهور عندما يصل الرقم الأيدروجينى للمحلول (٣) ، وعندئذ تكون شحنة الدقائق من النوع الموجب ، إلا أن غروية الطين فى هذه الحالة أضعف من غرويته فى وسط قلوى .

سوائل وسط انتشار دقائق الطين :

الماء هو وسط الانتشار العادى لدقائق الطين . ومن السوائل التى تنتشر

فيها دقائق الطين غير الماء سائل الجلسرين أو مخلوطه مع الماء ، ويكسب الجلسرين الطين غروية عالية للزوجته ومقاومته للجفاف، وذلك لارتفاع درجة غليانه ارتفاعاً كبيراً عن درجات حرارة التجفيف . ومن أنواع الطين المستعمل فيه مخلوط الجلسرين مع الماء كوسط انتشار مادة البلاستيسين . وقد جرب استعمال الكحول الإيثيلي كوسط انتشار فثبت نجاحه . وكقاعدة عامة يجب توافر أيون الأيدروكسيد فى سائل وسط الانتشار للحصول على طين غروى .

العوامل المؤثرة فى غروية الطين :

وتشمل العوامل الآتية :

١ — العوامل الميكانيكية : تزداد غروية الطين بنعومة أجزائه ، فالكاولينات الخشنة أقل غروية من الطينات الناعمة . ويمكن الحصول على درجات نعومة مناسبة فى حالة الكاولينات الخشنة بطحنها طحناً رطباً . كذلك تفصل المواد الخشنة غير الطينية فى عمليات التنقية .

٢ — العوامل الكيميائية : وأهم هذه العوامل هى الرقم الأيدروجينى وفعل القلويات والأحماض وتأثير الأملاح القابلة للذوبان .

الرقم الأيدروجينى : تتلخص أبحاث هول[1] التى أجراها على قياس الرقم الأيدروجينى لخلاصات مائية لعدة أنواع من الطين أذيبت فى ماء نقى بنسبة جزء من الطين إلى أربعة أجزاء من الماء ، وذلك فيما عدا البنتونيت الذى أذيب كل جزء منه فى ٧٠ جزءا من الماء، فى النتائج الآتية :

---

(١) أبحاث هول عن الرقم الأيدروجينى لطينات الولايات المتحدة الأمريكية فى مصلحة المقاييس .

نوع الطين :	الرقم الأيدروجينى لخلاصته:
طين صينى إنجليزى	٥٫٢٠
بنتونيت	٩٫٧٢
كاولين كارولينا الشمالية	٤٫٧٥
كاولين فلوريدا	٥٫٩٠
كاولين جورجيا	٤٫١٥
طين حرارى « هـ . ، ووكر »	٥٫٠٠
مسحوق خزف زلطى	٦٫١٠
طينة كروية إنجليزية	٤٫٠٥
طينة تنيسى الكروية	٥٫٥٠
طينة كنتوكى الكروية	٥٫٢٠

وتدل تلك النتائج دلالة عامة على زيادة الرقم الأيدروجينى بزيادة نعومة وغروية الطين إذا ما استبعدت نتائج الطينات الكروية ، كذلك وجد هول أن غسيل الطين يخفض من كل من الحموضة والقلوية .

وقد وجد كل من هول وماتسون[١] من نتائج بحوثهما على تأثير تركيز أيون الأيدروجين على غروية الطين أن دقائق الطين تصبح موجبة الشحنة عند زيادة حموضة الوسط مع بطء انتقالها نحو القطب السالب ، وربما فقدت الدقائق قدرة انتقالها تماماً فى الوسط الحامض وذلك مما يعمل على ترسيبها،ومن المعروف أن أيونات الأيدروكسيد القلوية التأثير تزيد من سرعة انتقال دقائق الطين نحو القطب للموجب .

---

(١) هول وماتسون: تأثير تركيزأيون الأيدروجين على غروية الطين . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ٦ (٩) ، ٩٩٦ ، ١٩٢٣ .

إلا أن ريتشارد برادفيلد[1] وجد أن زيادة حموضة الوسط لا تسبب تغيرا فى شحنة دقائق الطين ، كما وجد زيتل[2] أن دقائق بعض الكاولينات لا تنتقل نحو القطب السالب عند زيادة تركيز أيون الأيدروجين ، وتدل تلك النتائج على أن شحنة دقائق الطين تظل سالبة رغم تغير وسط الانتشار ، كذلك وجد أن الأحماض تسبب ترسيب دقائق الطين فى أول إضافتها ، إلا أنها لا تلبث أن تكتسب الدقائق شحنة كهربائية مخالفة تبدأ بعدها فى الانتشار فى الوسط الحامض ، وذلك بعكس تأثير القلويات التى تسبب انتشار الدقائق مدة طويلة حتى إذا ما زاد تركيزها إلى حد معين تبدأ الدقائق فى الهبوط .

ويمكن تلخيص نتائج البحوث التى أجريت على تأثير الرقم الأيدروجينى على دقائق وغروية الطين فى أن إضافة كمية مناسبة من القلوى إلى الطين، وذلك كإضافة كربونات صوديوم بنسبة ٣ر٠ ٪ أو سيليكات صوديوم بنسبة أقل من ذلك ، يزيد من غروية الطين ويعمل على انفصال الحبيبات عن الدقائق لانخفاض لزوجة السائل ، ويكون الطين فى هذه الحالة فى أقصى حالة غروية صحيحة، وتسمى هذه الدرجة من درجات الغروية بدرجة أقصى انتشار الدقائق حيث تكون فيها الدقائق فى أنشط حركتها ، ويبلغ الرقم الأيدروجينى لهذه الدرجة ما بين ١١ — ١٢ ، وتختلف قيمة ذلك الرقم من طين لآخر لاختلاف حالات غروية أنواع الطين ، وتعمل زيادة غروية الطين على خفض مقدار الماء المستعمل لتكوين عجينة معتدلة اللازبية صالحة للتشكيل حتى لتمكن صلاحية

---

(١) برادفيلد : تأثير العوامل الكيميائية فى خواص الطين الغروية . تقرير أبحاث محطة التجارب الزراعية بجامعة ميسورى ، ٦٠ ، ٣٦ ، ١٩٢٣ .

(٢) زيتل : معمل الخزف ، جامعة واشنطون .

عجينة التشكيل باليد مثلا للتشكيل بالصب عند إضافة القلوى إليها دون الحاجة إلى زيادة كمية ماء العجن، وفى ذلك وقاية لعدم تشقق أو تشريخ المشغول عند جفافه.

ولا تستعمل الأحماض المعدنية لغرض رفع غروية الكاولينات لتأينها ، وإنما يستعمل حامض عضوى مثل حامض الخليك الذى يضاف بنسبة تتراوح بين ٥ر٠ — ١٪ ، وتزيد الأحماض من لزوجة المحلول الغروى للطين بعكس فعل القلويات فى هذه الناحية .

تأثير الأملاح :

تسبب الأملاح القابلة للذوبان فى الماء من تغير فى نوع شحنة الدقائق ، كما تعقد من التفاعلات المائية مما يعرقل من عملية انتقال الدقائق إلى القطب السالب ، ذلك لأن الشق الحامض للأملاح الموجودة فى الطين ذات أحماض قليلة الذوبان فى الماء . كما يحدث أن تتميأ بعض الأملاح متحولة إلى دقائق ذات شحنات مخالفة لنوع شحنات أيوناتها ، ولا تحدث عملية تميؤ فى حالة القلوية ، وقد وجد أن لكلوريد الكالسيوم تأثيراً ضعيفاً على غروية الطين فى حين تزداد الغروية عند إضافة كلوريد الخارصين أو كلوريد القصدير أو كلوريد الألومنيوم، وتضاف هذه الأملاح بنسبه ٠٧ر٠ ٪ ويلاحظ أن وجود الأملاح يسبب ارتفاعا فى لزوجة المحلول الغروى للطين، شأنها فى ذلك شأن وجود الأحماض .

٣ — تأثير الزمن فى غروية الطين :

تزداد نعومة الدقائق بمضى الزمن على محلول الطين الغروى ، كما يزداد انتظام انتشار الدقائق وتجانس توزيع غشاء الماء حولها نتيجة خروج الغازات الملتصقة بأجسام الدقائق والتى يعيق وجودها تغليف الدقائق بأغشية الماء . كل ذلك يرفع من غروية الطين .

٤ — تأثير الحرارة فى غروية الطين :

تزداد غروية الطين عند تسخين محاوله لتميؤ جزيئات سيليكات الألومنيوم المـائية إلى دقائق من السيليكا المائية والألومينا المائية . أما إذا زاد التسخين إلى درجة حدوث تبخر الماء فإن دقائق الطين تفقد ماء وسط انتشارها وتركد إلى كتل متماسكة ، وتعود تلك الـكتل الراكدة إلى حالتها الغروية عند إضافة الماء إليها ، وفى حالة ارتفاع درجة حرارة التسخين إلى ٣٣٠°م . تبدأ سيليكات الألومنيوم المـائية مادة الدقائق فى فقد ماء الارتباط بها وتتكتل إلى حبيبات غير متماسكة لا تلبث أن ترسب مع فقدها لخاصتها الغروية بصفة دائمة دون التمـكن من استعادتها .

٥ — فعل البكتيريا والمواد العضوية .

تعمل البكتيريا على رفع غروية الطين،وذلك بما تفرزه من أحماض عضوية وتحدثه من عمليات كيميائيةفى أثناء نموها وتكاثرها. ومما يزيد فى نمو البكتيريا وما يترتب عليه من زيادة فى غروية الطين توافر العوامل الآتية :

(أ) درجةالحرارة المناسبة لنمو البكتيريا ، وهذه تتراوح بين ٢٧–٣٢°م .

(ب) زيادة نسـبة الأكسجين اللازم لعمليات تنفس البـكتيريا . ومن المواد التى تعمل على زيادة الأكسجين فى جو النمو إضافة فوق أكسـيد الأيدروجين إلى المحلول الطينى .

(حـ) وفرة الغذاء اللازم لنمو البـكتيريا مثل الفوسفات والمواد السكرية والنشوية ومركبات العفص .

كذلك تعمل بعض المواد العضوية على زيادة غروية الطين . وأفضل هذه

المواد الأصماغ ومركبات العفص وخلاصة قلفه وخلاصات القش والكاد الهندى وما يشابهها . ومن المعروف أن الطينات المحتوية على الدبال أعلى فى غرويتها من الخالية منه . وعلى العكس من ذلك تسبب بعض المواد العضوية الأخرى خفض غروية الطين عند إضافتها إليه، وذلك مثل الكحول الإيثيلى والبنزول التجارى والأسيتون ورابع كلوريد الكربون .

الطين الصابونى [1] أو طين التنظيف :

تشبه بعض الطينات ذات الطبيعة الغروية العالية الصابون فى إحداث الرغاوى والخواص المنظفة . وذلك لأن لكل من هذه الطينات والصابون توترا سطحيا منخفضا عن توتر سطح الماء ، ولزوجة أعلى من لزوجة الماء ، ولهذه الطينات قدرة على الاستحلاب وقدرة على ادمصاص المواد الدهنية والأوساخ. ومن أنواع الطين الصابونى ما يستخرج من ولاية « كاليفورنيا » ويستعمل بدلا من الصابون فى المغاسل .

(١) وستون : عمال الطين البريطانيون ، ٢٨ ، ٢٤٥ ــ ٢٤٦ ، ١٩٢٠ .

الباب السابع

لازبية الطين

اللازبية هى قدرة دوام انسياب المواد الصلبة تحت تأثير الضغط مع بقاء الجسم الناتج متماسكا محتفظاً بشكله عند زوال الضغط عنه .

وأكثر المـــواد لازبية هى عجائن الطين والمصيص والأسمنت ومواد البلاستك، وكذلك بعض الفلزات مثل الذهب والنحاس والرصاص، ويكتسب الزجاج لازبية حرارية عند تسخينه إلى درجة حرارة لينة .

الفرق بين اللازبية واللدونة:

اللدونة حالة تشبه خاصة اللازبية ، وقد تسمى اللازبية الكاذبة . واللدونة حالة توجد عليهـا بعض الأجسام تقع بين حالة الصـلابة وحالة السيولة مثل الشموع والقار والراتنجات والأصماغ والغراء والأسفلت وشمع الختم والفازلين. وتقبل الأجسام اللدنة التشـكيل بالضغط لـكنها لا تحتفظ بشـكلها بعد زوال الضغط عنها . فإذا ترك جسم لدن معلقاً فى الهواء مدة أخذ فى الانثناء تدريجياً تحت تأثير ثقله ، كذلك إذا وضع ذلك الجسم فوق سطح أفقى امتد عليه ببطء.

وتختلف بنية المواد اللدنة عن المواد اللازبة فى أن الأولى متجانسة فى حين أن الثانية تتكون من جسيمات ناعمة ومواد خشنة . ومن الممكن تحويل المواد اللدنة إلى مواد لازبة بإضافة مواد خشنة، إليها، وذلك كما فى التجارب التى قام بنجام بهـا .

وهناك فارقان واضحان بين خواص المواد اللازبة والمواد اللدنة ، هما :

١ — تقل اللدونة بالتسخين فى حين تزداد اللازبية عند التسخين إلى حد معين ، ولو أنها تفقد لازبيتها إذا ارتفعت درجة حرارة التسخين فوق ذلك الحـد .

٢ — تزداد اللدونة بكبر كثافة المادة،بينما تضعف اللازبية بكبر الكثافة.

الفرق بين اللازبية والمرونة :

المرونة هى قابلية الجسم لاستعادة شكله الأصلى بعد تغيره بمؤثر عندزوال ذلك المؤثر ، فى حين أن اللازبية هى احتفاظ الجسم بشكله الذى يتركه عليه المؤثر . ويتضح من ذلك عدم قابلية الأجسام المرنة مثل العاج والمطاط والصلب إلى التشكيل بالضغط . ولا تقبل الأجسام المرنة التشكيل بالضغط إلا بعد أن تفقد مرونتها . وعلى ذلك يتبين أن الأجسام اللازبة عديمة المرونة .

الفرق بين اللازبية واللزوجة :

اللزوجة هى خاصة مقاومة السوائل لانسيابها . ولا تحتاج السوائل فى انسيابها إلى جهد ميكانيكى ملموس .

كما فى حالة الأجسام اللازبة ، كذلك نجد أن السوائل اللزجة ضعيفة التماسك لا تحتفظ بشكلها لدوام انسيابها بعكس المواد اللازبة الصلبة .

وتحسب لزوجة السوائل أو معدل انسيابها من القانون :

$$م \times \frac{ح}{ن\ ض}$$

أما لازبية المواد الصلبة أو معدل انسيابها فتحسب من القانون :

$$م \times \frac{ح}{ن\ (ض - و)}$$

حيث م مقدار ثابت ، تتوقف قيمته على نوع المادة .

، $\frac{ح}{ن}$ الحجم المنساب فى كل وحدة زمنية .

، ض هو مقدار الضغط المستعمل لاستمرار الانسياب .

، و مقدار الضغط اللازم لبدء الانسياب .

ونجد من القانونين السابقين أن المواد اللازبة تحتاج إلى مقدار من الضغط لبدء انسيابها فى حين أن السوائل اللزجة غير محتاجة إلى مثل ذلك الضغط لضعف أو انعدام تماسكها .

وثمة فرق آخر بين كل من اللازبية واللزوجة وهو أن لزوجة السوائل تقل بارتفاع درجة الحرارة وصغر كثافة المادة ، وذلك على عكس ما يحدث للازبية الأجسام الصلبة .

تفسير لازبية الطين

وضع علماء الخزف عدة فروض لتفسير لازبية الطين، وقاموا بأبحاث متعددة للتحقق من صحتها ، واستقر بهم الأمر إلى وضع خمس نظريات تصلح لتفسير هذه الخاصة . ويمكن تقسيم هذه النظريات إلى نواح ثلاث ، هى :

(أ) نظريات تبحث فى أسباب طبيعة لازبية الطين وتشمل :

١ — نظرية الجذب الجزيئى .

٢ — نظرية التوتر السطحى .

(ب) نظريات تبحث فى العوامل المؤثرة فى لازبية الطين وتشمل :

١ — فعل المواد العضوية والبكتيريا فى لازبية الطين ،

٢ — تأثير حجم وشكل الجسيمات وما يحتويه الطين من مواد خشنة وحالة توزيع كل منها فى عجائن الطين اللازب . وقد سبق الإشارة إلى ذلك فى باب بنية الطين .

(حـ) الحالة الغروية، وتعتبر نظرية إرجاع لازبية الطين إلى ما تحتويه عجائنه من محاليل غروية نظرية وسطا بين نظريات القسمين السابقين ، فقد نجحت هذه النظرية فى تفسير كل من أسباب لازبية الطين والعوامل المؤثرة فيها .

وقد سبق التكلم عن الخاصة الغروية بصفة عامة وغروية الطين بصفة خاصة فى الباب السابق من الكتاب .

نظرية الجذب الجزيئى

سنتناول هنا ناحية التعرف على النظرية ثم نبحث عن مدى الاستفادة بخاصة الجذب الجزيئى فى تفسير أحد أركان لازبية الطين .

والجذب الجزيئى هو القوة التى تربط بين جزيئات المواد بعضها بالبعض . ويتغير مقدار هذه القوة بتغير حالة المادة فهو منخفض فى الحالات الغازية ، كبير فى حالات السوائل وكبير جداً فى حالات المواد الصلبة . كذلك يقل مقدار قوة الجذب الجزيئى بارتفاع درجة حرارة الجسم . والجذب الجزيئى هو القوة المحدثة للتماسك بين أجزاء المادة .

والجذب الجزيئى قوة لايستهان بها قدرها «برتيلو[1]» فى الماء سنة ١٨٥٠ بمقدار ٧٣ر٥ رطلا على البوصة المربعة . وتختلف مقادير هذه القوة باختلاف المواد . وقوة الجذب الجزيئى فى السوائل هى القوة التى يجب التغلب عليها عند التبخير . كذلك تحدث قوة الجذب الجزيئى بين السوائل وسطح الأجسام الصلبة قوة التحام كبيرة بين سطحى جسمين من الصلب عندما يتماسان تماسا كاملا لا يتخلله هواء . وقد قدر « بدجيت[2] » قوة التماسك بين سطحين من الصلب بواسطة غشاء مائى بما يقرب من ٩٠ رطلا على البوصة المربعة . ولا تكون قوة الجذب الجزيئى بين جزيئات سطح مادة بالقدر المحسوس إلا إذا كانت المسافة بينها

(١) أيوكين ولامر: الكيمياء الطبيعية، ١٥٢ – ماك جرو-هيل (الناشر) ، ١٩٢٥ .

(٢) بدجيت : خطط الجمعية الملكية ، ٨٢ (أ) ، ١٩١٢ .

صغيرة جداً ، فتفقد جزيئات الماء قوة التجاذب بينها إذا زاد البعد بين كل جزىء والآخر عن ٠٫٠٠٠٠٥ من الملليمتر تقريباً[1] .

الجذب الجزيئي بين جسيمات عجائن الطين :

يحدث الجذب الجزيئي بدرجة نشيطة فعالة بين حبيبات ودقائق الطين المنتشرة فى محلوله الغروى بين كل من :

(١) أغشية الماء وبعضها .

(٢) أغشية الماء وسطح الجسيمات .

(٣) الدقائق والحبيبات نفسها[2] .

وقد وجد « جروت[3] » أن لزوجة غشاء الماء المحيطة بجسيمات الطين دون اعتبار لأبعادها ، وكذلك غروية المحلول الناتج تزداد فى كليهما كثيراً بقوة الجذب الجزيئي بين أغشية الماء وما تحيط به من جسيمات، وقد حاول جروت[4] أن يبرهن عن طريق الحساب أن كمية الماء اللازمة لتكوين غشاء من الماء سمكه ٠٫٠٠٠٠٥ من الملليمتر حول جسيمات الجسم مع ما يلزم من ماء لملء مسام الجسم تبلغ فى مقدارها مايقرب من نفس كمية الماء اللازمة لتليين الجسم ، وقد توصل جروت من محاولاته إلى المقادير الآتية :

---

(١) دف : الطبيعة ، ١٤٦ . الناشر أولاد بلاكستون وشركاهم ، ١٩٠٩ .

(٢) شانلى : القوة الجزيئية ولازبية الطين . تطورات جمية الخزف الإنجليزية ، ١٩ ، ١٩ : ١٩٢٠ .

(٣) جروت وبوب : لازبية الطين ، تطورات جمية الخزف الأمريكية ، ١٤ ، ٧١ : ١٩١٢ ، نشرة مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية فرجينيا الغربية ، ٣ ، ٢٦ .

(٤) وذلك كما فى طريقة حساب أبعاد الدقائق فى الباب الخامس من الكتاب .

يتراوح وزن الماء اللازم لتكوين الأغشية حول جسيمات كتلة من الطفل بين ٢ر٠ — ١٠ ٪ من وزن العجينة الجافة ، أو ما يبلغ فى المتوسط ٤ — ٥ ٪ وتزداد هذه النسبة فى الأنواع التى هى أقل تماسكا من الطين ، وذلك كما فى طمى الأنهار وطينات مصباتها التى تصل فيها نسبة كمية الماء السابقة إلى ١٠ر٠ — ٧ر١٧ ٪ وتبلغ كمية ماء الأغشية فى الطينات شديدة النعومة إلى ما يزيد على ٢٥ ٪ ويراعى عند التقدير إضافة كمية الماء اللازم لملء المسام إلى ماء الأغشية حتى يمكن مقارنتها بكميات الماء اللازمة لتليين الأنواع السابقة من الطين ، وقد وجد أن كميات ماء التليين تزيد فى مقاديرها كثيراً على مقادير الكميات المحسوبة .

وقد قام « بوردى » بمراجعة نتائج جروت السابقة مراجعة حسابية ، فارضاً أن جسيمات الطين كروية الشكل وأن البعد القطرى لها هو ٠٠٠٥ر٠ من المليمتر فى المتوسط ، وأن سمك غشاء الماء هو ٠٠٠٠٥ر٠ من المليمتر ، فوجد أن نسبة ماء الأغشية تساوى ٥ر٢٢ ٪ من وزن الطين اللازب . واستخدم بوردى فى حسابه نفس القواعد التى استخدمها جروت[١] . وقد وجد بوردى أن من أسباب زيادة نسبة ماء التليين عن المقدار المحسوب راجع إلى أن الأملاح المدمصة على سطح دقائق الطين ذات فعل رئيسى فى زيادة التوتر السطحى بين أغشية الماء وما تحدثه هذه الزيادة من تكوين محاول لزج حول الدقائق وأن حرية حركة حبات الطين وجسيماته تزداد كثيراً فى مثل هذا الوسط الزلق[٢]

(١) بوردى : طرق حساب ماء الأغشية . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١١ ، ٥٧٠ : ١٩١٩ .

(٢) بوردى : نظرية اللازبية ، تطورات جمعية الخزف الأمريكية، ١١، ٥٥٥، ١٩٠٩

وتؤيد أبحاث بوردى البيانات الواردة فى الجدول ص ٣٠٠ ، ٣٠١ من الكتاب المتعلقة بزيادة التوتر السطحى لأغشية الماء عند إضافة الأملاح وخاصة عندما تكون مختلفة الأنواع .

كذلك يمكن تعليل ارتفاع نسبة ماء التليين عن نسبة ماء الأغشية والمسام المحسوبة بأن شكل جسيمات الطين ليست دائما كروية كما يفرض عند الحساب.

نظرية التوتر السطحى

يمكن تعريف التوتر السطحى بأنه مقاومة سطح السائل لعوامل الانفعال والإجهاد الواقع تحتها السائل .

فعند وجود قطرة من البرافين على سطح زجاجى نظيف نجدها تتفلطح تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، كذلك تتفلطح قطرة الماء ولكن بدرجة أقل من البرافين .

وإذا وضعت قطرة الماء على سطح دهنى فإنها تظل كروية الشكل ، كذلك تحتفظ قطرة من الزئبق بكرويتها على أى سطح توضع عليه ، وإذا أمكن للسوائل أن تتلخص من تأثير الجاذبية الأرضية والاحتكاك بالسطح فإن قطراتها تظل كروية الشكل ، وذلك كما يشاهد فى حالة قطرات المطر المعلقة فى الهواء ، أو سقوط مصهور المواد فى الهواء فإنها تأخذ شكلا كرويا ، وإذا تجمدت المصهورات قبل وصولها إلى سطح فإنها تصبح على شكل كرات كاملة التكوير .

وتستخدم هذه الظاهرة فى صناعة خردق الرصاص وعند تجهيز المزججات عند صب مصهوريهما على هيئة قطرات فى أحواض مملوءة بالماء . كذلك تحتفظ كرات السوائل بأشكالها عند سقوطها فى سوائل لا تمتزج بها وذات ثقل نوعى يساوى الثقل النوعى للسوائل الساقطة فيها .

ولقوة التوتر السطحى ظاهرة أخرى غير محاولة الاحتفاظ بشكل قطراتها، وهى تصاعد السوائل رأسياً فى الأنابيب الشعرية أو بين الأسطح الضيقة ضد قوة الجاذبية الأرضية . وتسمى الظاهرة الأخيرة بالخاصة الشعرية . وتبلغ قوة التوتر السطحى للماء النقى فى درجة ٢٠° م ٠٧٧٠ر٠ من الجرام لكل سنتيمتر من طول السطح . وتنخفض قوة التوتر السطحى للسوائل بارتفاع درجة الحرارة ، وتزيد عند ذوبان الأملاح فى السوائل . وتختلف مقادير قوة التوتر السطحى بين سائل وآخر ، والزئبق هو أعلى السوائل فى قوة توتره السطحى ويليه فى ذلك الماء ثم الجلسرين .

ويبين الجدول الآتى قوة التوتر السطحى للسوائل المشهورة عند ملامستها للهواء[1] .

(١) من جداول سميشونيان ، ١٩٢٠ .

السائل	درجة الحرارة ٥ م .	التوتر السطحى داين / سم (١)	السائل	درجة الحرارة ٥ م .	التوتر السطحى داين / سم
الزئبق	١٨	٥٢٠ر٠	عطر التربنتين	٢١	٢٨ر٥
الماء	صفر	٧٥ر٦	الكلوروفورم	٢٠	٢٨ر٣
«	١٥	٧٣ر٥	البترول	٢٠	٢٥ر٩
«	١٠٠	٦١ر٥	الكحول الإميلى	١٥	٢٤ر٨
الجلسرين	١٧	٦٣ر١٤	الكحول الميثيلى	١٥	٢٤ر٧
زيت الزيتون	٢٠	٣٤ر٧	الكحول الإيثيلى	١٥	٢٢ر٢
حامض الخليك	١٧	٣٠ر٢	الأثير	٢٠	١٨ر٤

(١) الرطل لكل بوصة طولية = ١٧٥٠٠٠ داين لكل سنتيمتر طولى تقريبا .
الجرام لكل سنتيمتر طولى = ١٠٠٠ داين لكل سنتيمتر طولى تقريبا .

الملح	كثافة المحلول	درجة الحرارة ٥ م	التوتر السطحي داين / سم
كا كل٢	١ر٣٥١١	١٩	٩٥ر٠
	١ر٢٧٧٣	١٩	٩٠ر٢
	١ر٢٣٣٨	١٥—١٦	٩٠ر١
ما كل٢	١ر١٦٩٤	١٥—١٦	٨٥ر٢
	١ر٠٣٦٢	١٥—١٦	٧٨ر٠
	١ر٣٥٧٥	١٥—١٦	٩٠ر٩
بو٢ كا أ٣	١ر١٥٦٧	١٥—١٦	٨١ر٨
	٠ر٠٤٠٠	١٥—١٦	٧٧ر٥
	١ر١٩٣٢	٢٠	٨٥ر٨
ص كل	١ر١٠٧٤	٢٠	٨٠ر٥
	١ر٠٣٦٠	٢٠	٧٧ر٦

الملح	كثافة المحلول	درجة الحرارة ٥ م	التوتر السطحي داين/ر سم
	١ر٠٧٥٨	١٦	٨٤ر٣
ن يد٤ كل	١ر٠٥٣٥	١٦	٨١ر٧
	١ر٠٢٨١	١٦	٧٨ر٨
ما كب أ٤	١ر٢٧٤٤	١٥—١٦	٨٣ر٢
	١ر٠٦٨٠	١٥—١٦	٧٧ر٨
	١ر١٣٢٩	١٤—١٥	٧٩ر٣
ص٢ كا أ٣	١ر٠٦٠٥	١٤—١٥	٧٧ر٨
	١ر٠٢٨٣	١٤—١٥	٧٧ر٢
	١ر١١٩٠	٢٠	٧٣ر٦
يد كل	١ر٠٨٨٧	٢٠	٧٤ر٥
	١ر٠٢٤٢	٢٠	٧٥ر٣

وقد استنتج بانكروفت أن غالبية الأملاح تزيد من التوتر السطحى لمحاليلها بمقادير تتناسب مع تركيزها تقريبا ، إلا أنه فى حالة محاليل القلويات أو الأحماض فإن التوتر السطحى لها ينخفض بزيادة تركيز محاليلها ، وذلك مثل الأمونيا وأحماض الأيدروكلوردريك والنتريك والأيدروبروميك .

كذلك تختلف مقادير قوى التوتر السطحى لسائل فى ملامسة مادة تختلف عنها لنفس السائل عند ملامسته لمادة أخرى ، فمقدار التوتر السطحى للماء فى درجة حرارة معينة عند ملامسته للهواء غير مقداره عند ملامسته للطين فى نفس درجة الحرارة . وتزداد عادة مقادير التوتر السطحى لسائل عند ملامسته للأجسام الصلبة عنها عند ملامسته للغازات فى نفس درجات الحرارة . وقد تتناسب مقادير التوتر السطحى لمادة واحدة فى درجة حرارة واحدة عند ملامستها لعدة مواد . وعلى فرض تناسب مقادير التوتر السطحى للسوائل عند ملامستها للهواء مع مقادير عند ملامسته للطين ، نجد أن التوتر السطحى بين الطين والجلسرين مثلا يعادل تسعة أعشار مقداره بين الطين والماء ، وتبعا لذلك يمكن الاستنتاج بأن لازبية الطين عند عجنه بالجلسرين أقل من لازبيته عند عجنه بالماء ، وهى فى ذلك تساوى تسعة أعشار لازبيته بالنسبة للماء ، وذلك على فرض أن اللازبية نتيجة مباشرة لقوة توتر سطح سائل العجن .

وعلى هذا القياس إذا فرض وأمكن ابتلال الطين بالزئبق ، فإن شدة لازبية العجينة الناتجة تعادل سبعة أضعاف شدتها عند استعمال الماء . ولا توجد علاقة محدودة يمكن استنتاجها بين قوة التوتر السطحى للماء عند ملامسته للطين ومعدل ركوده عند إضافة الأحماض إلى الماء ، ولا بين قوة التوتر السطحى السابقة ومعدل انتشار دقائق الطين عند إضافة القلويات .

العلاقة بين التوتر السطحى والجذب الجزيئى فى تكوين لازبية الطين :

تعتبر خاصة التوتر السطحى العامل الأول المسبب لتخلل الماء فى جسم الطين تبعاً للخاصة الشعرية ، كما يعمل الماء المتخلل للجسم على تفتيت الأجزاء ضعيفة التماسك منه إلى دقائق ترفع من لازبية الجسم . وتحيط أغشية الماء المتخللة لمسام الجسم الطينى بالدقائق والحبيبات مكونة حولها أغشية متصلة تسبب حدوث التجاذب بين كل من جسيمات الطين وبينها من ناحية وبين الأغشية المائية المتقاربة بعضها بالبعض من الناحية الأخرى ، وبذلك يحدث الارتباط والتماسك بين أجزاء الجسم الطينى مما يجعله محتفظا بشكله .

ومن ناحية أخرى يملأ الماء المتخلل مسام الجسم مكونا وسط انتشار للدقائق كلها أو بعضها منتجا محلولا غروياً يحيط بحبيبات وحبات الجسم المبتلة ويكون بمثابة سائل لزج يسهل حركة تلك الأجزاء داخل العجينة عند الضغط عليها . ويزداد تجانس حركة الأجزاء وانسيابها تحت تأثير الضغط كلما زاد تجانس توزيعها وتوزيع المحلول الغروى والأغشية حولها .

حساب قوة تماسك الطين اللازب من قوة التوتر السطحى لغشاء الماء :

يزيد مقدار قوة التوتر السطحى بين الماء النقى وجسيمات الطين عند حسابها على قوة التماسك الفعلية الموجودة بين جسيمات الطين اللازب . فعند حساب قوة التماسك الناتجة عن قوة التوتر السطحى فى عينة من طين صينى إنجليزى لازب محتو على جسيمات مختلفة الأحجام أخذ قطاع مستعرض منه مربع الشكل وتحيط بحبيباته أغشية من الماء ذات سمك ٠٫٠٠٠٢ من الملليمتر . ويبين الجدول الآتى نتائج التجارب :

النسبة المئوية لوزن جسيمات الطين	متوسط قطر الجسيمات بالمليمتر	عدد الجسيمات فى سم^3	طول غشاء الماء حول الجسيم (مم.)	مجموع أطوال الأغشية فى كل سم^3 (مم.)	النسبة المئوية لطول الأغشية (مم.)
٣٠	٠ر٠٠٠٢	٢٧٧٧٧٨٠٠٠	٠ر٠٠١٦	٤٤٤٤٤٤	١٣٣٣٣٣
٢٠	٠ر٠٠٢	١٧١٨٨٠٠٠	٠ر٠٠٨٨	١٥١٢٥٤	٣٠٢٥١
٥	٠ر٠٠٤٢	٤٧٢٦٠٠٠	٠ر٠١٧٦	٨٣١٧٨	٤١٥٩
١٥	٠ر٠٠٧٢	١٧٢٩٠٠٠	٠ر٠٢٩٦	٥١١٧٨	٧٦٧٧
١٠	٠ر٠١٢٥	٦٠١٠٠٠	٠ر٠٥٠٨	٣٠٥٣١	٣٠٥٣
٢٠	٠ر٠٢٠٠	٢٤٠٠٠٠	٠ر٠٨٠٨	١٩٣٩٢	٣٨٧٨
مجموع أطوال أغشية الماء بالمليمتر					١٨٢٣٥١

وعلى ذلك يكون مقدار التوتر السطحى للغشاء السابق = ١٨٢٣٥ × ٥ر٧٣

= ١٣٤٠٢٧٣ داين/سم^2

ولما كان للغشاء سطحان ، السطح العلوى منهما ملامس للهواء ، لذلك تختلف قيمة قوة التوتر السطحى للماء اللامس لكل من الطين والهواء .

وعلى أية حال فإن قيمة التوتر السطحى السابق = $\frac{١٣٤٠٢٧٣}{٦٨٩٤٤}$

= ٤ر١٩ رطلا/بوصة مربعة

بينما وجد أنه عند تقدير قوة تماسك نفس العينة من الطين اللازب عمليا أنها لا تساوى إلا ٨ر١ من الرطل/بوصة مربعة .

ويرجع سبب انخفاض قوة التماسك بالتقدير العملى عن قوة التماسك

بالتقدير الحسابي إلى عوامل كثيرة أهمها : زيادة سمك الغشاء المائي ، وجود جيوب هوائية ومائية في الجسم ، عدم انتظام شكل الجسيمات ، وإلى التغيرات الحادثة عند تشكيل الجسم .

الضغط الناشىء عند ادمصاص سطح صلب لسائل :

يحدث عند ادمصاص سطح صلب لسائل في وجود الهواء الملاصق لسطح الأول أن يحل السائل محل الهواء المدمص على سطح الصلب ، ولا يحدث الادمصاص إذا لم يطرد الهواء . فيشعر المرء عند ملامسة جسم مسامي للسان بقوة ادمصاص نتيجة لشفط مسام الجسم للماء الموجود على سطح اللسان وخروج الهواء من المسام ، وذلك كما في حالة تذوق الأجسام الطينية والفخار .

وقد قدر « جامين » مقدار الضغط الناتج عند تخلل الماء لمسام الطباشير والصيص بنحو ٣ — ٤ ضغطاً جوياً [١] ، كذلك حصل « سبرنج [٢] » على ضغوط مقدارها نحو $\frac{١}{٥}$ من الضغط الجوى عندما حل الماء محل الهواء عند ملامسة الأول للرمل .

ويبين الجدول الآتى سمك أغشية الماء المدمص على سطوح بعض الأجسام الصلبة [٣] :

أقصى سمك يدمصه سطح اللؤلؤ الزجاجي الألماني ١٢٨ ملليميكرون .

(١) جامين وتشولسون : الطبيعة ، ١ (III) ، (١) ، ٦٢٢ — ١٩٠٧ .

(٢) سبرنج : مذكرات الجمعية الجيولوجية البلجيكية ، ٩٧ ، ١٣ — ١٩٠٣ .

(٣) بتى جون : مجلة الجمعية الكيميائية الأمريكية : ، ٤١ ، ٤٧٧ — ١٩١٩ .

رمل نهرى منخول من منخل ذى عشرة ثقوب فى البوصة الطوليـة ٢٨٥ ملليميكرون .

رمل نهرى منخول من منخل ذى ٦٠ ثقباً فى البوصة الطولية ١١٤ ملليميكرون .

سطح الفلزات[١] قد تصل إلى ١٠٠ ميكرون فى حالات خاصة .

الحرارة الناتجة عند ادمصاص سطح صلب لسائل :

وجد باركس[٢] أنه تتولد حرارة تقرب من ٠٠١٠٥ر٠ من السعر عندما يدمص سطح مساحته سنتيمتر مربع واحد من السيليكا أو الرمل أو الزجاج للماء فى درجة حرارة ٧°م . وتسمى هـذه الحرارة « تأثير بويليت » . وهى حرارة الشغل المبذول عند الادمصاص لإحداث التوازن فى توتر السائل السطحى.

ومصدر هذه الحرارة إدياباتـكى أى أن السطح يتبادل الحرارة مع الوسط المحيط به دون الاستعانة بمصدر حرارى .

الاختيار عند الادمصاص :

وجد « هوفمان[٣] » أن مواد الـكاولين وفلوريد الـكالسيوم والجبس وكبريتات الباريوم ذات قدرة ادمصاص للماء أكبر من قدرة ادمصاصها لسوائل الـكحول الأميلى ورابع كلوريد الـكربون والبنزول والأثير . بينما

(١) بانكروفت : النظرية العامة للـكيمياء الغروية التطبيقية ، ٣١٩ — ١٩٢١ .
(٢) مجلة الفيلسوف ، (٦) ، ٢٤٧ — ١٩٠٢ .
(٣) هوفمان : الـكيمياء الطبيعية ، ٨٣ ، ٣٨٥ — ١٩١٣ .

يدمص ملون أبيض الرصاص زيت بذر الكتان بقابلية أكبر من ادمصاصه للماء ، لذلك نجد أن المادة تنفر من الماء وتنتقل إلى الزيت عند إضافة الثانى إلى عجينة الملون فى الماء . وتستعمل خاصة الاختيار هذه فى فصل وتنقية بعض المواد بالطريقة المعروفة باسم « طريقة المور » وفيها تجهز بعض الخامات بتنقيتها من أخلاطها الأرضية عن طريق انتقال الأخيرة إلى الماء وانفصال الخام عنها . كذلك يفصل الرماد عن مسحوق الفحم البتيوميني بوضع المخلوط فى طبقتين من الماء والزيت فينتقل الرماد إلى الماء ويتبقى مسحوق الفحم فى طبقة الزيت .

ادمصاص المواد الصلبة للمواد المذابة :

لبعض المواد الصلبة قدرة ادمصاص بعض المواد وفصلها عن محاليلها ، وذلك كادمصاص الفحم الحيوانى للأصباغ والمواد الملونة والزيوت الطيارة ، وادمصاص الطينة الثالثة للقلويات من محاليل كلوريد الصوديوم . وقد قدر بانكروفت قابلية ادمصاص الطينة الثالثة للجير بمقدار ٣٠٠٠٠ رطل لكل قدم مربع من الطينة . كما قدر كل من « جيلر وكالدويل »[1] قدرة ادمصاص الكاولينات للصودا الكاوية من محاليلها دون أن تظهر أى تفاعل قلوى مع دليل الفينولفثالين ، ويبين الجدول الآتى النتائج التى حصلا عليها . وقد يكون الادمصاص الحادث نتيجة لتفاعل كيميائى بين القلوى والكاولين :

كاولين شمال كارولينا يدمص ١٢٥ر٠٪ من الوزن الجاف .
كاولين جورجيا يدمص ١٠٠ر٠ — ١٢٥ر٠٪ من الوزن الجاف .
كاولين فلوريدا يدمص ٢٢٥ر٠ — ٢٥٠ر٠٪ من الوزن الجاف :

(١) جيلر وكالدويل : قدرة ادمصاص الكاولينات للصودا الكاوية . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ٤ ، ٤٦٨ — ١٩٢١ .

وقد وضع « فروبندليخ » العلاقة الآتية بين كمية المادة الماصة ووزن الجسم المدمص :

$$\frac{\text{ك}}{\bar{\text{ك}}} = (\text{ت م})^{\frac{1}{\text{ن}}}$$

حيث ك كمية المادة المدمصة بالجرام .

« $\bar{\text{ك}}$ وزن الجسم الماص بالجرام .

« ت تركيز المحلول بعد الادمصاص .

« م معامل نعومة الدقائق المنتشرة .

« $\frac{1}{\text{ن}}$ مقدار ثابت لكل حالة .

ويبين الجدول الآتي قيم كل من (م) ، ($\frac{1}{\text{ن}}$) فى أنواع الطين المختلفة :

نوع الطين	قيمة (م)	قيمة ($\frac{1}{\text{ن}}$)
بنتونيت	٠ر٨٩	٠ر٥٨
طينة كنتوكى الكروية	٠ر١٠٧	٠ر٢٧
كاولين فلوريدا	٠ر٠٨٩	٠ر٣٣
الطينة الكروية الألمانية	٠ر٠٨٠	٠ر٢٠
طينة تنيسى الكروية	٠ر٠٥٦	٠ر١٦
كاولين كارولينا	٠ر٠٤٧	٠ر٢١
كاولين ديلاوير	٠ر٠٣٦	٠ر٢٦
طين صينى إنجليزى	٠ر٠٣٢	٠ر٢٦
كاولين جورجيا	٠ر٠١٧	٠ر١٥
كاولين كارولينا الجنوبية	٠ر٠١٥	٠ر١٤
طين ليمور الإنجليزى	٠ر٠١٢	٠ر١٩

ومن الملاحظ أن كمية المادة المدمصة تتغير عند وجود مواد ذائبة فى الطين كما هو الحال فى كاولين جورجيا الشديد النعومة :

كذلك لبعض أنواع الطين قدرة ادمصاص الأيونات القلوية من محاليل أملاحها مثل ادمصاص الطين لأيونات أيدروكسيد الأمونيوم من محلول كلوريد الأمونيوم وأيونات أيدروكسيد الباريوم من محلول كلوريد الباريوم وأيونات أيدروكسيد الألومنيوم من محاليل الشب وأيونات أيدروكسيد النحاسيك من محلول كبريتات النحاسيك . ولم تعرف بعد حالات يدمص الطين فيها أيونات حامضة من محاليل أملاحها[1] .

كذلك تدمص الطينات اللازبة الجزيئات الكبيرة ذات الأبعاد الغروية من المواد المعقدة التركيب كادمصاصها لجزيئات السايلولز والنشا وأخضر الملاخيت وأزرق الميثيلين ، ويحدث الادمصاص فى هذه الحالات بدرجة تتناسب مع درجة غروية الطين . وقد استخدم « أشلى » هذه القابلية فى طريقة تقديره لغروية محاليل الطين .

فعل المواد العضوية والبكتيريا بلازبية الطين :

سبق أن بينا فى الباب السابق فعل تلك المواد فى رفع غروية الطين ، وبالتالى فهى ترفع من لازبيته وتكسب مشغولاته قوى ميكانيكية تزيد على مشغولات نفس الطين الخالى من تلك المواد . كما ذكرنا أن من المواد العضوية ما يسبب خفض غروية الطين عند إضافتها إليه . وقد وجد كل من « حامور

---

(١) سوليفان : تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية ، ٣١٢ ،
كوشمان : تقرير مصلحة الكيمياء الأمريكية ، ٩٢ ،
بلينتجر : علاقة العمليات الجزئية بالظواهر الغروية ، جورنال هندسة الكيمياء الصناعية ، ١٢ ، ٤٣٦ — ١٩٢٠ .

وجيل »[1] أن لازبية الطين تزيد بمقدار يتراوح بين ٢ر٦ ٪ إلى أكثر من ٥٠ ٪ عن لازبيته العادية عند احتوائه على تلك المواد. ولا تكسب المواد العضوية ولا البكتيريا وحدها أية لازبية للطين وإنما يساعدان على زيادتها فقط خاصة عند ترك عجائن الطين فترات طويلة .

ويتصاعد من عمليات تخمر تلك المواد غازات ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الأيدروجين الناتج من تحلل الكبريتات الموجودة فى الأجسام الطينية بفعل البكتيريا المختزل . كما قد يظن أن للبكتيريا أثرا فعالا فى امتصاص كثير من الغازات المحبوسة داخل جسم المشغول الطينى وتوزيع المتبقى منها توزيعاً متجانساً داخل الجسم. ومن المعروف أن بقاء غاز ثانى أكسيد الكربون وحده فى الجسم الطينى يخفض كثيراً من لازبية الطين [2] .

فعل المواد العضوية والبكتيريا بعجائن الترجيج :

من المشاهد دائما سرعة رسوب المواد المزججة وانفصالها عن عجائن الترجيج الزلقة وخاصة ما لا يحتوى منها إلا على قليل من مواد لازبة . إلا أن وجود الأصماغ وخاصة فى وسط حامض يحدث تخمراً بعد مضى بعض الوقت ، ويسبب التخمر تعطيل رسوب المزججات . وينتج عن وجود المواد العضوية

---

(١) جامورو جيل : تأثير بعض الخلاصات على لازبية الطين . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ٢ ، ٥٩٣ — ٦٠١ ، ١٩١٩ .

(٢) ستوفر : نمو البكتيريا كعامل فى تقادم لازبية خلطات الطين . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٥ ، ٣٥٨ ، ١٩٠٣ كيلروسبا بجنبرج : تسجيل ألمانى رقم ٢٠١٤٠٤/٨٠/ب ٢٩٠ أغسطس ١٩٠٦ .

واتس : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ٦ ، ٥٢ : ١٩٠٤

آتشيسون : الطين قدماء المصريين : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ٦ ، ٣١ : ١٩٠٤

مينتون : اختبارات طرق آتشيسون » » » » ٦ ، ٢٣١ : ١٩٠٤

سبرير : سبب تقادم لازبية الطين . جورنال » » » » ٤ ، ١١٣ : ١٩٢١

واهلين : نمو البكتيريا فى عجائن الترجيج » » » » ٧ ، ١٦ : ١٩٢٤

ونمو البكتيريا فى خلطات التزجيج ذات العجائن الزلقة أن يقتم لونها وينعم ملمسها وتكتسب زيادة فى قدرة تغطيتها وسهولة فى تطبيقها . وينتج عن تخمر المواد العضوية ونمو البكتيريا تصاعد غازات كريهة الرائحة ، إلا أن إضافة بعض المواد المعقمة كالفورمالدهيد يوقف تصاعد هذه الغازات . وتضاف الأصماغ عادة إلى عجائن البطانات وخلطات التزجيج لرفع قدرة تجفيفها الميكانيكى ، ولتجنب تكون بعض العيوب الطبيعية مثل تكون الثقوب والشقوق الصغيرة فى طبقات التزجيج (١) .

على أنه يجب الاحتراس والحذر عند استعمال هذه المواد فى عجائن التزجيج من أن تسبب الزيادة فى المحتويات الغروية كثرة التشقق الذى قد يتطور إلى تشريخ وانتفاخ له خطره على طبقات التزجيج . كذلك تسبب المواد العضوية القابلة للذوبان فى الماء تجمعات على سطح الأجسام عند تجفيفها تاركة الجسم من الداخل ضعيفاً ومحدثة قشرة سطحية يصعب التصاق طبقات التزجيج عليها .

تأثير التقادم فى لازبية الأجسام الطينية

عند ترك جسم طينى لازب مدة طويلة تزداد لازبيته وتتحسن خواصه فتزداد متانته ، كما يصبح أكثر انسياباً وطواعية فى التشكيل وخاصة ما كان منه فى الأصل ضعيف اللازبية أو ما كان يحتوى على مواد غير لازبة كالفلسبار والزلط ، كذلك تتفتت الكتل المتماسكة شديدة الصلادة الموجودة فيه، وذلك كما فى حالات الطفل والطين الزلطى، إذ تتحول تلك الكتل إلى دقائق يسهل

(١) ويلسون : التقشير وتكون الثقوب فى الفخار الأحمر تطورات جمعية الخزف الأمريكية ٦٩ ، ٢٠٩ : ١٩١٧ .

على الماء تخللها . كذلك تتفتت الكتل من الطينات اللازقة مع مرور الزمن مما يسهل تخلل الماء فى جميع مسامها . وتعرف اللازبية الناتجة عن مرور الزمن على عجائنها « باللازبية التقادم » وتصبح عجائن الطين المعدة للتشكيل بعد تقادمها ناعمة الملمس وأكثر قابلية للتشكيل ، وتعطى عند تشكيلها أجساماً طينية ناعمة السطح ، قد خرج منها أكثر أو كل الهواء والغازات المحتبسة فيها ووزع ما بقى منها داخل الجسم توزيعاً متجانساً خلال الجسم كله . كذلك تنخفض درجات حرارة مراحل تزجيج الأجسام المتقادمة ويقل الانكماش فيها مما يجنبها عيوب التشقق والانتفاخ أو التهتك فى عمليات تسويتها . وفضلا عن ذلك فإن منتجات تسوية الأجسام المتقادمة تكتسب قوى ميكانيكية أعلى بكثير من قوى الأجسام التى سويت دون أن تتقادم . فقد وجد « ريدل وماك دانل[1] » عند تركهما لجسم بورسيلان طينى مدة ثمانية شهور فى حالة لازبة قبل تسويته أن الجسم الناتج ازدادت فيه قدرة اختبار القطع من ١٣٩٫٨ إلى ٢٦٧٫٦ رطلا على البوصة المربعة . كذلك لوحظ أن مشغولات الكاولين المحتوية على ١٦٪ طينة لازبة والتى تركت مدة على حالة لازبة قبل تجفيفها تكتسب خواص ميكانيكية أعلى من خواصها فيما لو جففت بعد تشكيلها مباشرة دون أن تترك فترة تتقادم فيها .

ويرجع السبب فى اكتساب الأجسام الطينية للميزات السابقة إلى زيادة لازبيتها نتيجة انتشار الماء انتشاراً متجانساً خلالها وخروج الهواء والغازات منها وازدياد التصاق أغشية الماء بسطح أجزائها مما يسبب زيادة تماسكها ، هذا

(١) ريدل وماك دانل : بعض أنواع البورسيلان . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ١ ، ٦١٧ : ١٩١٨ .

إلى تفككها إلى دقائق ترفع من غرويتها. كذلك تعمل المواد العضوية ونمو البكتيريا على رفع غرويتها . ويستعاض الآن فى الصناعات الخزفية عن عملية التقادم هذه بعملية طرد الهواء والغازات من العجائن بتعريضها لآلات التفريغ كما سيأتى ذكره فى عمليات الخزف .

لازبية الطين على ضوء نظريات تفسيرها

من تقديرات برتيلو على قوة الجذب الجزيئى بين جزيئات السوائل ، وما دلت عليه نتائج الأبحاث التى قام بها بدجيت من وجود هذه القوة بين جزيئات أغشية السوائل وجزيئات سطح الأجسام الصلبة الملتصقة بها وماينتج عنها من تماسك بين السطحين الصلبين عن طريق غشاء السوائل بينهما ، وما لاحظه دف من وجوب عدم تباعد الأجسام المتجاذب جزيئات سطوحها بقدر لا يزيد على ٠٫٠٠٠٠٥ من الليمتر مع عدم تخلل هواء أو مواد غريبة أو خشنة بين السطحين المتلاصقين. ومن تطبيق شاتلى لتلك النتائج فى حدوث التجاذب الجزيئى بين غشاء الماء وجزيئات سطح دقائق وحبيبات الطين وبين الجسيمات بعضها بالبعض عند إحاطتها بغشاء الماء . وكذلك مما أوضحه جروت من وجود تجاذب بين جزيئات سطح الأجسام الطينية المحاطة بغشاء الماء ، ومن تكوين محلول غروى من الدقائق عند انتشارها فى وسط انتشار الماء والذى يعمل كوسط مشحم يسهل انزلاق المواد الخشنة فى الجسم بعضها فوق البعض، ومن أن هذه الحالة من تجاذب ومحلول غروى لاتتكون بدرجة كافية لإحداث التماسك بين الأجزاء الكبيرة لتباعد جزيئاتها السطحية تباعداً

تنعدم فيه الجاذبية بين كل سطح والآخر ، فى حين أن ازدياد تكون الحالة الغروية وحدوث الجذب الجزيئى يوجدان عند ازدياد نعومة الأجسام. ولتقارب نتائج حساب جروت لكميات الماء اللازمة لتكوين الأغشية المائية حول الأجزاء فى الجسم الطينى ، مع ما يلزم الجسم من ماء التليين لإحداث اللازبية فيه ، وما حققه بوردى من صحة نتائج جروت .

كذلك نستنتج من أعمال هوفمان على قدرة ادمصاص الكاولينا للماء ، وما قدره سبرنج ومن تقديرات من قبله من مبلغ قوة التوتر السطحى الناتجة من ادمصاص الأسطح الصلبة لأغشية السوائل عن طريق الخاصة الشعرية وعملها على الاحتفاظ بشكل الجسم ثابتاً ضد عوامل الجاذبية الأرضية وعوامل الاحتكاك .

من كل البحوث والنتائج السابقة يمكن أن نفسر سبب لازبية الطين بأنها ترجع بصفة أساسية إلى قوة الجذب الجزيئى بين جزيئات سطح كل من جسيمات الطين وجزيئات الأغشية المائية المحيطة بها ، وكذلك قوة الجذب الجزيئى بين جزيئات سطح المواد الخشنة المغلفة بغشاء من الماء كلما تقاربت بعضها من البعض قرباً يسمح بوجود الارتباط بينها وبين باقى الجسم ، وبأن قوة الجذب والارتباط هذه هى التى تسبب للجسم اللازب تماسكا يكفى للاحتفاظ بشكله الخارجى ، وبأن المحلول الغروى الناتج عن انتشار دقائق الطين فى الماء يكون فى الجسم بمثابة وسط مشحم لمواده الخشنة وحبيباته مما يسهل انزلاقها بعضها فوق البعض وانسياب الجسم وطواعيته للتشكيل عندما يقع تحت تأثير ضغط خارجى يتغلب على قوة تماسكه السابقة .

وقد وضع « بول[1] صورة شبيهة بالوصف السابق يبين فيها بنية الأجسام الطينية اللازبة ، وأن بنية هذه الأجسام متكونة من أجسام خشنة وحبيبات معلقة فى محلول غروى من دقائق الطين المنتشرة فى الماء ، وذلك بخلاف الأجسام اللازبة من مواد غير طينية عادة ذات تركيب عضوى مثل مواد البلاستك التى تتكون من أجزاء متجانسة .

أما العوامل التى ترفع من لازبية الطين فهى وجود بعض المركبات الذائبة التى تعمل على زيادة قوة التوتر السطحى للماء وعلى رفع قوة تشحيم المحلول الغروى المحيط بالحبيبات والأجسام الخشنة .

كذلك تعمل المواد العضوية والبكتيريا على زيادة غروية الطين ولازبيته . كما يؤدى تقادم الطين اللازب أو عمليات تفتيته وطرد الهواء والغازات منه إلى زيادة لازبيته وتجانس بنية أجسامه .

وعند زوال الغشاء المائى وخروج الماء من الجسم الطينى اللازب فى أثناء تجفيفه تقرب المواد الخشنة والحبيبات بعضها من البعض حتى تتلامس أطرافها وتركد الدقائق فيما بين الأجسام الأولى فيزداد الارتباط بين جميع مكونات الجسم لما يحدث من تلامس محكم بين سطوحها محدثاً التماسك وثبات الشكل بعد التجفيف ، وتكون متانة الجسم بدرجة تكفى لإتمام انكماشه وخروج ماء المسام فى عمليات التسوية الميكرة تحت تأثير ثقله وحده أو تحت تأثير ثقل مجموعاته المرصوصة بعضها فوق البعض دون أن يتفتت أو يتشوه شكله .

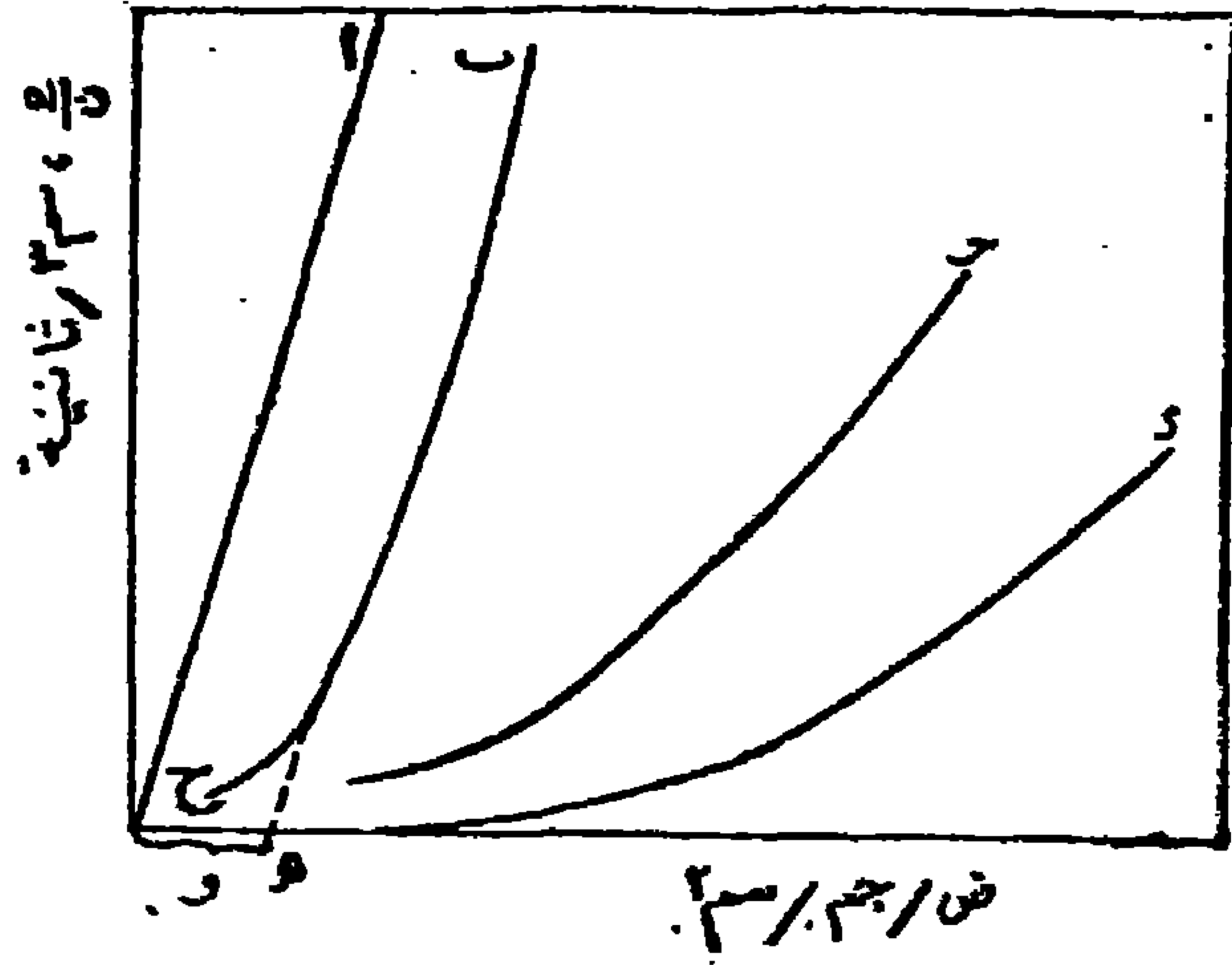
---

(١) بول : بنية الأجسام اللازبة من الناحية الغروية ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية (٨) ، ٩٤٦ : ١٩٢٢ .

درجات إنهاك الطين

وجدنا أن الأجسام اللازبة تحتاج إلى قدر معين من الضغط حتى تبدأ فى انسيابها ، كما وجدنا من قانون حسابات لازبية المــواد الصلبـة إلى أن هـذا القدر من الضغط يتوقف على نوع المادة ودرجة لازبيتها . ويعرف مقدار الضغط اللازم للتغلب على قوة تماسك الجسم حتى ينساب حجم معين منه فى وحدة زمنية هى الثانية بضغط الإنهاك أو « درجة الإنهاك » وتقدر هــذه الدرجة بوحدات من الجرام للسنتيمتر المربع . وتزداد درجة الإنهاك بزيادة يبوسة الجسم أى عند ضعف لازبيته ، كذلك تتناسب درجة الإنهاك مع كثافة الجسم ، وتقل بارتفاع درجة الحرارة إلى حد معين يفقد الجسم بعده لازبيته ، وعليه يمكن القول بأن درجة إنهاك جسم طينى تتناسب عكسياً مع لازبيته . ويوضح الشكل رقم (١٣) العلاقة بين معدل انسياب السوائل الحقيقية والضغط الواقع عليها فى المنحنى (أ) . ويبين المنحنى (ب ح) العلاقة السابقة فى حالة مادة دهان وحالة عجائن طين زلقة ، أما المنحنى (ب هـ) فيبين العلاقة النظرية السابقة فى حالة عجائن طين خفيفة . ويبين المنحنى (جـ) تلك العلاقة فى عجائن طين لازبة . أما المنحنى (د) فيبين نفس العلاقة فى حالة عجائن يابسة للطين .

وتتراوح درجات إنهاك الطين اللازب بين ٣٣ — ٨٤ رطلا على البوصة المربعة . وقد وجد أن زيادة الضغط المستعمل لإحداث بدء الانسياب فى عجينة من الطين تتناسب عكسياً مع مقدار الماء اللازم لعمل عجينة الطين مما سنجد تطبيقه فى طرق التشكيل المختلفة عند الكلام عن عمليات التشكيل للأجسام الطينية .



(شكل ١٣)

ماء اللازبية :

ماء اللازبية أو ماء التليين هو كمية الماء اللازمة لعمل عجينة معتدلة اللازبية صالحة للتشكيل . وتحسب هذه الكمية من الماء على أساس وزن الطين الجاف . وتتفاوت كمية ماء اللازبية تفاوتاً كبيرا فى أنواع الطين ، فهى عالية فى حالة الطينات شديدة النعومة منخفضة فى حالة الكاولينات الخشنة .

درجات اللازبية

لاتوجد وحدات رياضية مشتركة للتعبيرعن لازبية الطين،وذلك لاختلاف تكوينه وتجانسه ، وإنما تقارن اللازبية فى الطين بثلاث درجات وذلك بالنسبة لما تحتاج إليه من ضغط فى عمليات التشكيل . وهذه الدرجات هى :

١ — اللازبية الضعيفة : وتوصف بها عجائن الطين الخشن اليابسة صعبة

الانسياب . وتحتاج العجائن ذات اللازبية الضعيفة إلى درجات إنهاك كبيرة . ومن أنواع الطين ضعيف اللازبية الكاولينات .

٢ — اللازبية المعتدلة : وتوصف بها عجائن الطين ذات الانسياب المعتدل، وتحتاج إلى درجات إنهاك متوسطة لإحداث انسيابها . والعجائن ذات اللازبية المعتدلة هى أنسب العجائن للتشكيل وأقدرها على الاحتفاظ بأشكالها وتماسكها.

٣ — اللازبية الشديدة : وتوصف بهما عجائن الطينات ذات درجات النعومة العالية والانسياب السهل . ودرجات إنهاك العجائن الشديدة اللازبية منخفضة. وعجائن هذه الطينات ضعيفة التماسك لا تحتفظ بأشكالها بعد تشكيلها. كذلك تحتاج إلى ماء غزير لعجنها . ومن أمثلة الطينات شديدة اللازبية الطينات اللازقة وأشباه الطين مثل البنتونيت .

وتوازن عجائن الطين للحصول على درجة معتدلة من اللازبية ، وذلك بخلط كميات مناسبة من المواد الخشنة إلى شديدة اللازبية منها ، أو من المواد شديدة اللازبية إلى ضعيف اللازبية منها .

وتقارن لازبية الأجسام الطينية المتساوية فى درجات إنهاكها بمعدل انسياب كل منها ، فالعجائن التى هى أسرع فى الانسياب هى الأشد فى اللازبية .

قياس لازبية الطين

تقاس لازبية الطين بعدة طرق، منها ما هو مباشر، ومنها ما هو غير مباشر. وتشمل الطرق المباشرة والطرق التى تقاس فيها لازبية العجائن بتقدير مباشر ،

ولا تعطى هذه الطرق نتائج عديدة عادة وإنما تعتمد فى تقديرها على المقارنة النسبية . ومن الطرق كثيرة الاستعمال فى قياس اللازبية بطريق مباشر :

١ — التشغيل اليدوى : يمكن لليد المدربة أن تشعر بمقدار اللازبية فى عجائن الطين والإحساس باعتدالها فى مختلف أنواع الطينات . ولا تلتصق الطينات معتدلة اللازبية باليد ولا بين الأصابع عادة . وتجمع فى هذه الطريقة عدة عوامل من قوة التماسك وقدرة التبطيط ومقاومة الضغط والمط والالتواء والانضغاط دون أن تتشقق . كذلك تكون الطينات المعتدلة فى لازبيتها سهلة التشكيل محتفظة بشكلها بعده .

وطريقة التشغيل والاختبار اليدوى فى تقدير اللازبية المعتدلة من أقدم الطرق المستعملة فى هذا الغرض وأكثرها انتشاراً فى الأعمال الصناعية . وتساعد هذه الطريقة الخزاف على تقدير اعتدال اللازبية دون استعمال أجهزة .

٢) طريقة الحبل المثنى (١)

٣) طريقة الضغط الآلى (١) . وفيها يقدر كل من عاملى درجة الإنهاك وسهولة الانسياب . ويعتمد التقرير فى هذه الطريقة على مقارنة العينة المختبرة بأخرى قياسية فى اعتدال لازبيتها . أو يقارن معدل انسياب الطينة المختبرة بمعدل انسياب طينة قياسية لها نفس درجة إنهاك العجينة المختبرة . أو بالعكس،

---

(١) تراجع تفاصيل الطرق فى الجزء الخاص بالعملى من الكتاب .

وذلك بمقارنة درجتى إنهاك الطين المختبر مع عينة قياسية لهـــا نفس معدل الانسياب ، وتعتبر العجينة التى تحتاج إلى درجة إنهاك أقل أشد لازبية .

٤) اختبار تشويه كـــرة من الطين [1] : وقد وضع الاختبار كل من « سترنجر » و «إمورى» [2] ولا يعطى الاختبار نتائج دقيقة وخاصة عندما تـكون الطينة شديدة اللازبية تحتوى على كثير من الماء [3] .

٤) طريقة بنجام وجرين [1] : يستخدم فى هذه الطريقة جهاز قياس لزوجة العجائن الزلقة بعد إدخال تعديلات عليه ليناسب قياس اللازبية . وتشمل تلك التعديلات استعمال ضغط هواء خارجى لدفع العجائن فى أنابيب الجهاز واستعمال مقاييس ضغط دقيقة لتقدير الضغط المستعمل . كذلك عـــدلت نسبة طول الأنابيب إلى بعد أقطارها تعديلا يتناسب مع مرور عجائن الطين اللازب بها . كما نظمت سرعة انسياب الطين داخل الأنابيب بدرجة يتـمكن بها إهمال حساب طاقة الحركة [4] . ويقدر الجهاز بعد ما أدخل عليه من تعديلات لازبية الطين تقديراً نسبياً،وذلك إما بقياس درجة الإنهاك عن طريق قياس الضغط اللازم لبدء انسياب الطين خلال إحدى فتحات الانسياب،وإما بقياس سرعة الانسياب الناتجة من استعمال وحدة من وحدات الضغوط،وذلك بعد طرح مقدار الضغط اللازم لبدء الانسياب . وقد يعبر عن معدل انسياب الطين بوزن مقدار الطين

---

(١) تراجع تفاصيل الطرق فى الجزء الخاص بالعملى من الكتاب .

(٢) ميللور : لازبية الطين . جورنال جمعية الخزف الإنجليزية ، ٢١ ، ٩٣ — ٩٤ ، ٢١ : ١٩٢٢ .

(٣) هول : لازبية الطين . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ٥ ، ٣٤٦ : ١٩٢٢ .

(٤) بنجام وهنرى جرين : خطط الجمعية الأمريكية لاختبار المواد : ١٩١٩ .

الخارج من نهاية أنابيب الجهاز قبل فقده لقوة تماسكه[1] ، إلا أن ناتج الوزن الأخير يختلف باختلاف قابلية الطين على عمل حبل منتظم متجانس ناعم السطح خال من التشقق أو من نواحي الضعف الأخرى، ويصعب الحصول على مثل هذه الحالة لتعرض الحبل الناتج من عملية الانسياب لعوامل التشويه المستمرة قبل أن يفقد تماسكه .

٦) مقياس اللازبية لإميلي[2] : الأصل في استعمال الجهاز هـو قياس لازبية الملاط والمصيص وقدرتهما على تغطية الجدران . ويستعمل الجهاز الآن في مصلحة المقاييس لقياس لازبية الطين[3] على أساس أن الماء في عجينة الطين ومقاومة الأخيرة لعوامل التشويه دلالتان على اللازبية . ويسمى ناتج الطريقة « بعدد اللازبية » للطين المختبر ، وهـو يدل على خاصة امتصاص الطين للماء ومقاومته للانسياب ، ويتناسب عدد اللازبية عكسياً مع اللازبية .

(١) ستوفر وليندلاي : مذكرة عن علاقة قياس اللازبية بقوة التماسك . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٧ ، ٣٩٧ : ١٩٠٥ .

(٢) إميلي : جهاز قياس اللازبية . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٢٣ ، ٥٢٣ : ١٩١٧ .
كيركباتريك وأورانج : اختبار لازبية الطين والجير بقياس اللازبية بمصلحة المقاييس الأمريكية . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ١ ، ١٧٠ : ١٩١٨ ، النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس الأمريكية .
كوكس وبول : دراسة اللازبية بطرق الخزاف العملية . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ٧ ، ١٥١ : ١٩٢٤ .

(٣) ترجع تفاصيل الطريقة في الجزء الخاص بإميلي من الكتاب . إميلي : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١٧ ، ٥٢٦ : ١٩١٧ .

ويبين الجدول الآتى إعداد لازبية بعض أنواع الطين من تقدير مقياس لازبية الطين لإميلى :

نوع الطين	عدد اللازبية
طينة تنيسى الكروية	٠ر٣٩٧
طينة كنتوكى الكروية	٠ر٥٦١
كاولين اللينوى	٠ر٥٦٧
كاولين ميرى لاند	٠ر٦٠٠
كاولين فلوريدا	٠ر٦٨٢
كاولين جورجيا	٠ر٧٩٠
طين نيوجرسى الحرارى	٠ر٨٧٩
كاولين كارولينا الشمالية	٠ر٩٩٢
طين صينى إنجليزى	١ر١٢٠
كاولين ديلاوير	١ر٣٧٠
أجسام بورسيلان	٠ر٨٣٠ ـ ١ر٠٥٠

الطرق غير المباشرة فى تقدير لازبية الطين :

وفيها يستدل على اللازبية من نتائج بعض العوامل المتعلقة بها . وتشمل العوامل الدالة على لازبية الطين :

١) ماء اللازبية أو ماء التليين ، وتقـدر إما بقياس نسبة ماء اللازبية مباشرة ، وإما بحساب عدد اللازبية « لأتربيرج » .

٢) معامل الانكماش الحجمى الجاف [١] .

(١) سيتناول الموضوعان فى بابيهما فى الجزء الخاص بعمليات الخزف من الكتاب

٣) ماء الادمصاص .

٤) متانة الطين فى كل من حالتيه اللازبة والجافة .[1]

٥) لزوجة عجائن الطين .

٦) غروية الطين .

١) تقدير ماء اللازبية[2] : تقدر نسبة ماء اللازبية من الفرق بين وزن عينة لازبة من الطين ووزنها بعد التجفيف من :

$$\frac{\text{وزن عينة لازبة من الطين} - \text{وزنها الجاف}}{\text{وزن العينة الجاف}} \times ١٠٠$$

مثال محلول : احسب نسبة ماء اللازبية لطين لازب صالح للتشكيل ، وذلك إذا كان وزن العينة اللازبة ٢٣٨ جراماً ، ووزنها بعد تجفيفها هو ١٩٨ جراماً .

$$\text{نسبة ماء اللازبية} = \frac{٢٣٨ - ١٩٨}{١٩٨} \times ١٠٠ = ٢٠٫٢\%$$

ولا تصلح نتائج هذه الطريقة إلا على الأنواع المتشابهة فى التركيب الميكانيكى فقط ، إذ إن لازبية الطين لا تتوقف فقط على ماء اللازبية ، فالدرجة نعومة الطين وتدرجها عامل كبير من عوامل اللازبية بجانب ماء اللازبية .

---

(١) سيتناول الموضوعان فى بابيهما فى الجزء الخاص بعمليات الخزف من الكتاب.
(٢) تراجع تفاصيل الطريقة فى الجزء الخاص بالعملى من الكتاب .

٢) رقم اللازبية لأتربيرج[١] : وضع « أتربيرج » طريقة لتقدير لازبية الطين بطريق غير مباشر ، وذلك باستخراج نسبة الماء اللازم لتحويل لازبية الطين من حالة عـــدم قابليته للتشكيل إلى حالة ينساب فيها انسياباً تلقائياً . وذلك بفرضه أن اللازبية المعتدلة هي وسط حسابي بين حالتي اليبوسة والزلاقة، وأن اللازبية تتغير بتغير كمية الماء في جسم العجينة إذ تزداد بازدياد مابها من ماء . وأطلق أتربيرج ناتج الطريقة اسم (رقم اللازبية[٢]) إلا أن نسبة ماء اللازبية المعتدلة لايلزم أن تكون وسطاً حسابياً بين نسبتي الماء في حالتي اليبوسة والزلاقة ، إذ قد يكون لنوعين من الطين نفس رقم اللازبية لكنهما في الوقت نفسه يختلفان بقدر كبير في مقدار المـاء اللازم لتكوين حالة معتدلة اللازبية فيهما ، وبالتالي يصبح رقم اللازبية الناتج من الاختبار غير مساو لنسبة ماء اللازبية المعتدلة .

وقد راجع « كينيسون » تلك الطريقة في مصلحة المقاييس الأمريكية[٣] . وقسم أتربيرج حالات الطين حسب ما بها من ماء إلى خمس ، هي :

(١) حالة أقصى حدود الميوعة ، وفيها تنساب العجينة كانسياب الماء .

(٢) الحد الأعلى للازبية، وفيها تكون العجينة زلقة غير صالحة للتشكيل . ويمكن في هذه الحالة امتزاج كتلتين من الجسم الطيني معاً عند وضعهما في إناء ضحل وطرقه بشدة على راحة اليد .

(٣) حالة اللزق أو القوام المعتدل لعجينة الطين ، وهذه هي أنسب

(١) تراجع تفاصيل الطريقة في الجزء الخاص بالعملي من الكتاب .

(٢) أتربيرج : التقرير الدولي لعلم التربة : ١٩١١ .

(٣) كينيسون : دراسة طريقة أتربيرج لقياس اللازبية، النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس بالولايات المتحدة الأمريكية ، ٤٦ ، ٣ : ١٩١٥ .

حالات اللازبية الصالحة للتشكيل . وفيها لاتلزق العجينة بسطح فلزى يلمسها .

(٤) الحد الأدنى للفتل : وهى الحالة التى تفقد فيها العجينة قدرتها على تكوين حبل عند فركها بين راحتى اليد أو بين سطحين . وهذه هى حالة أدنى قابلية للتشكيل وتحتاج إلى ضغط كبير لبدء انسيابها .

(٥) حالة يكون فيها الطين المبتل غير قادر على التماسك عند ضغطه أو تشكيله . وقد استبعد أتربيرج فى طريقته الحالتين الأولى والخامسة ، وقدر ماء اللازبية فى كل من الحالتين الثانية والرابعة وهما الحدان الأقصى والأدنى من حالات قابلية التشكيل . واستخرج عدد لازبيته من متوسط نسبة ماء اللازبية فيهما .

(٣) تقدير ماء الادمصاص :

وجد «كيلر»[1] أن نسبة الماء المدمص بواسطة الطين الجاف تحت ظروف منتظمة من الرطوبة تتناسب مع لازبية الطين . وقد أجرى كيلر تجاربه على ادمصاص أنواع من الطين ذات لازبيات مختلفة ، وحفظ العينات المختبرة فوق محلول ١٠٪ من حامض الـكبريتيك .

وقد لاحظ كيلر من تجاربه أن درجة حرارة الطين ترتفع بارتفاع قابلية الادمصاص ، الظاهرة المعروفة بتأثير بويليت ويبين الجدول الآتى النتائج التى حصل عليها كيلر :

(١) كيلر : البريشتة ، ١٨ : ١٩١٣ .

أنواع الطين	نسبة الرطوبة الممصة	تأثير بويليت سعر/١٠٠جم
طين هيرتشو	٣ر٠٣	٧٩ر٦
كاولين تسيتيلتز	٥ر٨٨	٩٩ر١
طين لوترشيم	٧ر٥١	١٧٤ر٧
طين فلدشتين	٨ر٠٠	١٨٣ر٠
طين لوتيان	٩ر٠٣	١٩١ر٩
طين لوتيان ناعم	٩ر٥٢	٢٧٦ر٤
طين ابرنهان	١١ر٥٦	٣٠٥ر٩
كوارتز ناعم	٠ر٧٠	١٤ر٧
كوارتز خشن	٠ر٤٠	—
كاولين تسيتيلتز المكلس في ١٤٠٠° م	—	٢٨ر٠

ويتبين من النتائج السابقة ازدياد كميات الحرارة بازدياد نسبة الرطوبة الممصة، نتيجة لزيادة مساحة السطح الماص الناتجة عن زيادة نعومة الجسم ولازبيته .

(٤) قياس لزوجة عجائن الطين : وجد«[1] بلينجر» أن انسياب العجائن الزلقة يتناسب عكسياً مع لزوجتها، وأن كمية الماء اللازمة للحصول على درجة لزوجة معينة لعجينة زلقة تتناسب مع أرقام لازبية هذه العجائن . لذلك فمن الممكن تقدير لازبية الطين تقديراً غير مباشر وخاصة فى عجائنه الزلقة بدلالة لزوجة هذه العجائن .

---

(١) بلينجر : الظواهر الغروية المصاحبة لعمليات الخزفية . جورنال هندسة الكيمياء الصناعية ، ١٢ ، (٥) ، ٤٣٧ : ١٩٢٠ .

وتقدر لزوجة عجائن الطين الزلقة إما :

(أ) بتقدير الزمن اللازم بالثانية لانسياب حجم معين من العجينة خلال فتحة قياسية فى درجة حرارة معينة . وإما .

(ب) بتقدير القوة اللازمة بالداين لتحريك مساحة معينة على سطح العجينة بسرعة معينة فى درجة حرارة معينة .

ولكل من الطريقتين أجهزتها الخاصة لقياس اللزوجة .

(٥) قياس غروية الطين اللازب [١] : من المعروف أن لازبية الطين ترجع مباشرة إلى الحالة الغروية ، لذلك وضع « آشلى » طريقة غير مباشرة لتقدير لازبية الطين عن طريق قياس المواد الغروية فى عجائنه [٢] . وقد بنى آشلى طريقته على أساس تقدير كمية الصبغ المدمص من محلوله بواسطة الدقائق ، ومقارنة الناتج بكمية صبغ أخرى مدمصة فى عينة من طين قياسى فى لازبيته . على أنه ليس من اللازم أن تكون قدرة ادمصاص الطين للصبغ واحدة فى جميع المواد الغروية الموجودة فى الطين . كذلك قد تؤثر الأملاح الموجودة فى الطين على قدرة ادمصاصه للصبغ ، فتحتوى الطينة الكروية القاتمة مثلا على كميات كبيرة من الغرويات العضوية التى تختلف فى قدرة ادمصاصها للصبغ عن قدرة ادمصاص دقائق الطين له . وعلى ذلك يكون تقدير آشلى لغروية الطين عن طريق الادمصاص غير متوقف فقط على غروية الطين نفسه .

---

(١) آشلى : تقدير المواد الغروية فى الطين . النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس الأمريكية ، ٢٣ ، ٤٠ : ١٩١١ .

(٢) يراجع تفاصيل الطريقة فى الجزء الخاص بالعملى من الكتاب .

مسائل

١ — احسب ماء اللازبية فى الأجسام الطينية الآتية :

	(١)	(٢)	(٣)
وزن العينات اللازبة :	٨٧ر٨٥	٨١ر٢٠	٨١ر٩٩
وزن العينات بعد التجفيف :	٦٣ر٣٦	٥٤ر١٩	٥٤ر٨٣

٢ — احسب نسبة ماء الادمصاص فى عينات الطين الآتية ، وذلك من البيانات الموضحة أمام كل منها :

رقم	وزن جاف	وزن رطب	رقم	وزن جاف	وزن رطب
١	٢٨ر٤٠	٢٨ر٧٥	١١	٢٥ر٢٠	٢٦ر٧٠
٢	٢٩ر١٥	٢٩ر٣٠	١٢	٢٥ر١٠	٢٦ر١٠
٣	٢٩ر٢٠	٢٩ر٢٥	١٣	٢٥ر٤٠	٢٦ر٤٥
٤	٢٩ر١٠	٢٩ر٥٠	١٤	٢٧ر٦٠	٢٧ر٩٤
٥	٣٥ر٨٠	٣٦ر٢٠	١٥	١٦ر٤٠	١٦ر٥٥
٦	٣٠ر٠٥	٣٠ر٢٥	١٦	٢٧ر٥٨	٣٠ر٤٠
٧	٢١ر٨٥	٢٢ر٠٥	١٧	٢٤ر٢٠	٢٦ر٤٠
٨	٣٣ر٩٥	٣٤ر٧٠	١٨	٢٣ر٩٠	٢٥ر٦٥
٩	١٤ر١٥	١٥ر٩٥	١٩	٢٦ر٩٠	٢٩ر٤٨
١٠	١٩ر٣٠	٢١ر٥٥	٢٠	٢٦ر٢٥	٢٨ر٧٢

مُلحقاتُ الكِتابُ

مشاهير علماء الخزف

الأستاذ إدوارد أورتون (الصغير) .

أول أستاذ لقسم الخزف فى جامعة أوهايو بأمريكا . ومن أهم أعماله تخطيط تقسيم الطين وفصله بين الأنواع المتبقية والأنواع المنقولة فى قسمين رئيسيين، ثم قسم كل قسم إلى أنواع . كما درس تأثير الحرارة على أنواع الطين، وكون نظاما للمخاريط الحرارية يعرف باسمه ويستعمل فى صناعة الخزف بأمريكا ، وتشبه مخاريط أورتون فى ترقيمها مخاريط سيجر ، إلا أنها تختلف عنها فى دلالتها الحرارية . وإلى أورتون يرجع الفضل فى تنظيم صناعة الخزف فى أمريكا ووضع قواعدها المضبوطة ،وهو أول من شغل منصب سكرتير جمعية الخزف الأمريكية .

بارتو :

قام بتحليل الصخور النارية المصرية ضمن تحاليله لمجموعات الصخور النارية العالمية .

بانكروفت:

من أهم من قام بالبحث والاستقصاء فى الغرويات . وتعد مؤلفاته مستنداً فى هذا الباب .

باون :

اشترك مع غيره من أعضاء معهد « كارنيجى » بواشنطون فى البحوث

على التفاعلات الحرارية للسيليكات ودراسة أحوال انصهارها وتجمدها ، وله فى ذلك نظريات ممتازة .

بطرس :

اشترك مع « فيرتشيلد » فى مصلحة المقاييس الأمريكية فى وضع طرق جديدة لقياس الارتفاع فى درجات حرارة تسوية المشغولات الخزفية داخل القمائن والأفران .

باينجر :

شغل منصب مدير لقسم البحوث الخزفية فى مصلحة المقاييس الأمريكية، وله نظرياته فى تقسيم الطين اللازب ، وله أعمال وبحوث فى فعل المواد المتأينة والضغط والحرارة بأنواع الطين المختلفة .

بنجـــام :

قام بأبحاث على ميكانيكا لازبية الطين .

بوردى :

وهو ممن شغل منصب السكرتير العام لجمعية الخزف الأمريكية .

بون ، ج :

اشترك مع « بيدنل » فى الدراسة البتروجرافية للمعادن المكونة للصخور المصرية .

بول ، ج . ا :

قام مع «ستل» بأعمال البحوث فى تطوير عمليات تجفيف وتسوية

الأجسام الطينية فى مصلحة المقاييس الأمريكية . ووضع صورة تبين بنية عجائن الطين اللازبة .

بيدنل :

اشترك مع بول ج . وغيره فى تجهيز القطاعات الميكروسكوبية لعينات الصخور المصرية ، وفى فحصها ودراساتها وتتبع تحلل معادنها الفلسبارية إلى مادة الكاولين والمواد الطينية .

درسلر ، فيليب :

من أشهر مهندسى تصميمات أفران التسوية ، وصاحب الجزء الخاص بأنفاق التسوية فى كتب الخزف « لماك نامارا » .

روزنتال ، إرنست :

من أشهر رجال الخزف فى العصر الحالى . نشأ فى عائلة روزنتال المؤسسة لصناعة الخزف فى « بافاريا » ببلدة « زلب » بألمانيا . حصل على بكالوريوس الكيمياء والطبيعة من جامعة « ميونخ » وعمل فى مصانع روزنتال. وقام بزيارات دراسية لمصانع الخزف فى شمال مقاطعة «استافورد شير» بإنجلترا ، ثم رحل إلى أمريكا حيث أسس مصانع روزنتال للبورسيلان ، وعمل مستشاراً فنياً لعدة مصانع أخرى للخزف. واستفادت منه البحرية الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية فى صناعة كثير من منتجات الخزف الحرارية والعوازل الكهربية والألكترونية التى عاونت فى انتشار الأسلحة الذرية . وهو الآن المشرف على مصانع روزنتال بزلب بألمانيا مع اتصاله بمصانع «بولرز» المتحدة « بمنتون » التى تنتج العوازل الكهربية لشركة «زينيث» الكهربية

المتحدة، وشركة « بوتس » وشركة « وكولكتوفز » المتحدة وشركات « ريدجواى » و « آدلى » المتحدة و « لاولى » المتحدة من شركات إنتاج الخزف.

الدكتور ريز، هنريش :

قام بدراسة جيولوجيا الطين وتوزيعه فى الطبيعة.

ستسال :

اشترك مع بول . ج . ا فى دراسة تطورات عمليات تجفيف وتسوية الأجسام الطينية، وتوصل إلى وضع قواعدها الأساسية. كذلك قام بدراسة عمليات أكسدة شوائب الكربون والكبريت والحديد فى الأجسام الطينية فى أثناء تسويتها.

سيجر، هيرومان :

عمل مديراً لمعمل البحوث فى مصنع البورسيلان الإمبراطورى فى برلين. وهو أول من عنى بالأبحاث الخزفية العلمية، ودون نتائجه فى مجموعة من الرسائل أخذ عنها جميع من اشتغل بعده فى الخزف، وهو أول من استعمل المخاريط الحرارية فى الاستدلال على درجات حرارة تسوية الأجسام الطينية، وله مجموعته المعروفة باسمه. ومن أهم دراساته الأخرى ألوان الأجسام بعد التسوية وتركيب الطين وشوائبه القابلة للذوبان.

شوريشت :

قام بدراسة وقياس أبعاد جسيمات الطين.

فيرتشيلد :

اشترك مع بطرس فى مصلحة المقاييس الأمريكية فى استحداث طرق لقياس ارتفاع درجات الحرارة فى قمائن وأفران التسوية .

لفجواى ، إنيس :

قامت بوضع تقسيم دقيق للمجففات وأفران التسوية .

لوكاس :

مدير قسم الكيمياء الأسبق فى الحكومة المصرية . قام بالتحليل الكيميائى لبعض الصخور النارية المصرية .

ميللور :

كيميائى خزف إنجليزى . قام بدراسات واسعة النطاق على أنواع الطين ومواد الخزف ، وحصل على نتائج طيبة فيها ، وله طرقه المعروفة فى تحليل الطين . شغل مركز سكرتير عام الجمعية الكيميائية الإنجليزية .

هيوم :

المستشار الجيولوجى الأسبق للحكومة المصرية . قام بدراسة جيولوجية مصر ووضع لها مؤلفا ضخما يتكون من أربعة مجلدات ضخمة ، ويعد مرجعاً عاما فى المادة .

واتس :

له مع تلامذته نتائج كثيرة فى لزوجة السيليكات فى درجات الحرارة المختلفة وعلاقاتها بتكويناتها الزجاجية والمتبلورة .

واشبيرن :

له مع معاونيه فى جامعة « اللينوى » بأمريكا بحوث ونتائج تقدمية فى المسامية . واستحدث طرقا أكثر دقة عن سابقتها فى تقديراتها .

ودجوود ، جوسيا :

من أشهر خزافى الإنجليز وفريد جميع عصور الخزف . جمع بين الفن والعلم وإدارة الأعمال . ولد فى « بير سليم » بإنجلترا عام ١٧٣٠ من عائلة عريقة فى الخزف . وكان إنتاجه عن دراسة وتجارب على الخامات المحلية ، وأخرج منها الخزف الزلطى ومنتجات « جاسبر البورسيلان» كما استعمل فى تزجيجاته المزججات ، وكان يسميها « الزجاج الزلطى » . ومن منتجاته الفنية قطع « الكميو » التى تهافتت على اقتنائها ملكات عصره ، فصنع منها « لشارلوت » ملكة إنجلترا طقماً للشاي وآخر للقهوة مزخرفا باللون الأخضر المذهب . وطلبت منه « كاترين » قيصرة روسيا صناعة طقم أطعمة ، جهزه وصور على كل قطعة منه لوحة من اللوحات الإنجليزية المشهورة .

القيم القياسية لثقوب المناخل (١)

رقم المنخل	فتحة ثقب المنخل		قطر السلك		امتحان الخطأ ٪			عدد الثقوب	
	مم	بوصة	مم	بوصة	فى متوسط الفتحة	فى متوسط قطر السلك	فى أقصى عددالثقوب	سم	بوصة
٢ ١/٢	٨ر٠٠	٠ر٣١٥	١ر٨٥	٠ر٠٧٣	١	٥	١٠	١	٢ر٦
٣	٦ر٧٢	٠ر٢٦٥	١ر٦٥	٠ر٠٦٥	١	٥	١٠	١ر٢	٣ر٠
٣ ١/٢	٥ر٦٦	٠ر٢٢٣	١ر٤٥	٠ر٠٥٧	١	٥	١٠	١ر٤	٣ر٦
٤	٤ر٧٦	٠ر١٨٧	١ر٢٧	٠ر٠٥٠	١	٥	١٠	١ر٧	٤ر٢
٥	٤ر٠٠	٠ر١٥٧	١ر١٢	٠ر٠٤٤	١	٥	١٠	٢	٥ر٠
٦	٣ر٣٦	٠ر١٣٢	١ر٠٢	٠ر٤٠٤	١	٥	١٠	٢ر٣	٥ر٨
٧	٢ر٨٣	٠ر١١١	٠ر٩٢	٠ر٠٣٦	١	٥	١٠	٢ر٧	٦ر٨
٨	٢ر٣٨	٠ر٠٩٤	٠ر٨٤	٠ر٠٣٣	٢	٥	١٠	٣	٧ر٩
١٠	٢ر٠٠	٠ر٠٧٩	٠ر٧٦	٠ر٠٣٠	٢	٥	١٠	٣ر٥	٩ر٢
١٢	١ر٦٨	٠ر٠٦٦	٠ر٦٩	٠ر٠٢٧	٢	٥	١٠	٤	١٠ر٨

رقم المنخل	فتحة ثقب المنخل		قطر السلك		امتحان الخطأ ٪			عدد الثقوب	
	مم	بوصة	مم	بوصة	في متوسط الفتحة	في متوسط قطر السلك	في أقصى عدد الثقوب	سم	بوصة
١٤	١٫٤١	٠٫٠٥٥٧	٠٫٦١	٠٫٠٢٤	٢	٥	١٠	٥	١٢٫٩
١٦	١٫١٩	٠٫٠٤٦٨	٠٫٥٤	٠٫٠٢١	٢	٥	١٠	٦	١٤٫٧
١٨	١٫٠٠	٠٫٠٣٩٤	٠٫٤٨	٠٫٠١٨٧	٢	٥	١٠	٧	١٧٫٢
٢٠	٠٫٨٤	٠٫٠٣٣١	٠٫٤٢	٠٫٠١٦٥	٣	٥	٢٥	٨	٢٠٫٢
٢٥	٠٫٧١	٠٫٠٢٧٨	٠٫٣٧	٠٫٠١٤٦	٣	٥	٢٥	٩	٢٣٫٦
٣٠	٠٫٥٩	٠٫٠٢٣٤	٠٫٣٣	٠٫٠١٢٩	٣	٥	٢٥	١١	٢٧٫٩
٣٥	٠٫٥٠	٠٫٠١٩٧	٠٫٢٩	٠٫٠١١٣	٣	٥	٢٥	١٣	٣٢٫٣
٤٠	٠٫٤٢	٠٫٠١٦٦	٠٫٢٥	٠٫٠٠٩٨	٣	٥	٢٥	١٥	٣٧٫٩
٤٥	٠٫٣٥	٠٫٠١٣٩	٠٫٢٢	٠٫٠٠٨٥	٣	٥	٢٥	١٨	٤٤٫٧
٥٠	٠٫٣[illegible]	٠٫٠١١٧	٠٫١٨٨	٠٫٠٠٧٤	٤	١٠?	٤٠	٢٠	٥٢٫٤

٦٠	٠ر٢٥٠	٠ر٠٠٩٨	٠ر١٦٢	٠ر٠٠٦٤	١٠	٤٠	٢٤	٦١ر٧
٧٠	٠ر٢١٠	٠ر٠٠٨٣	٠ر١٤٠	٠ر٠٠٥٥	١٠	٤٠	٢٩	٧٢ر٥
٨٠	٠ر١٧٧	٠ر٠٠٧٠	٠ر١١٩	٠ر٠٠٤٧	١٠	٤٠	٣٤	٨٥ر٥
١٠٠	٠ر١٤٩	٠ر٠٠٥٩	٠ر١٠٢	٠ر٠٠٤٠	١٠	٤٠	٤٠	١٠١
١٢٠	٠ر١٢٥	٠ر٠٠٤٩	٠ر٠٨٦	٠ر٠٠٣٤	١٠	٤٠	٤٧	١٢٠
١٤٠	٠ر١٠٥	٠ر٠٠٤١	٠ر٠٧٤	٠ر٠٠٢٨	١٥	٦٠	٥٦	١٤٣
١٧٠	٠ر٠٨٨	٠ر٠٠٣٥	٠ر٠٦٣	٠ر٠٠٢٥	١٥	٦٠	٦٦	١٦٧
٢٠٠	٠ر٠٧٤	٠ر٠٠٢٩	٠ر٠٥٣	٠ر٠٠٢١	١٥	٦٠	٧٩	٢٠٠
٢٣٠	٠ر٠٦٢	٠ر٠٠٢٥	٠ر٠٤٦	٠ر٠٠١٨	١٥	٦٠	٩٣	٢٣٣
٢٧٠	٠ر٠٥٣	٠ر٠٠٢١	٠ر٠٤١	٠ر٠٠١٦	١٥	٦٠	١٠٦	٢٧٠
٣٢٥	٠ر٠٤٤	٠ر٠٠١٧	٠ر٠٣٦	٠ر٠٠١٤	١٥	٦٠	١٢٥	٣٢٥

(١) الكتاب السنوي للجنة المقاييس بجمعية الخزف الأمريكية ، ٢١ : ١٩٣٢

اجوبة المســـائل

الباب الرابع :

١ـــ نسبة المواد الطينية ٦٠ر٩١٪

نسبة الكوارتز ٢٩ر٧١٪

نسبة الفلسبار ٩ر٣٨ ٪

٢ـــ نسبة المواد الطينية ٥٩ر٦١٪

نسبة الكوارتز ٣٥ر٩٧٪

نسبة الفلســبار ٤ر٤٢ ٪

٣ـــ(أ) ٣٩ر٥١ ٪ لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٤٦ر٥٧ ٪ س ا$_{٢}$ ، ١٣ر٩٢٪ يد$_{٢}$ ا .

(ب) ١٨ر١٨ ٪ لو$_{٢}$ا$_{٣}$ ، ٦٤ر٨٨٪ س ا$_{٢}$ ، ١٦ر٩٤ ٪ بو$_{٢}$ ا.

(جـ) ٥٦ر٠٠ ٪ كا ا، ٤٤ر٠٠ ٪ ك ا$_{٢}$.

(د) ١٦ر٢٣ ٪ ص$_{٢}$ ا، ٣٦ر٦٢ ٪ ب$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٤٧ر٢٥٪ يد$_{٢}$ ا.

(هـ) ٧١ر٨٥ ٪ لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ، ٢٨ر١٥ ٪ س ا$_{٢}$.

٤ـــ	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
نسبة الرطوبة ٪	٤ر٦٢	٨ر٠٦	٠ر٢٦	٤ر٩٩	٢٥ر٩٢	٢٢ر٤٧
نسبة الفقد فى الوزن بعد التسوية :						
(أ) بالنسبة للوزن الرطب	٤ر٨٥	٨ر٧٧	٠ر٢٦	٥ر٢٥	٣٥ر٠٠	٢٨ر٩٨
(ب) بالنسبة للوزن الجاف	١٥ر٥٥	١٩ر١٥	١٤ر٤٤	٥ر٤٦	٣١ر٢٥	٣٥ر١٢
(جـ) بالنسبة للوزن بعد التسوية	١٨ر٨٢	٢٣ر٦٩	١٦ر٨٧	٥ر٧٨	٤٥ر٤٥	٥٤ر١٣

٥ — ٢١ر٩٥ ٪

٦ — ٤٤ر٦٪ بالنسبة للوزن الجاف ، ٨٨ر٦٪ بالنسبة للوزن بعد التسوية

٧ —	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)
س ا٢	٤٤ر٣	٦٥ر١	٣٧ر١	٦٨ر٣	٤٩ر٦	٤٦ر٧	٤٦ر٣	٣٥ر٨
لو٢ ا٣	٣٨ر٧	١٦ر٤	١٦ر٤	٢٩ر٧	١٧ر٥	[illegible]	١٦ر٩	١٤ر٥
ح٢ ا٣	٠ر٥	٤ر٢	٤ر٤	٠ر٨	١١ر٥	٢٥ر٨	١ر٥	٦ر١
ما ا	٠ر٢	٠ر٤	١٤ر٧	٠ر٢	٨ر٤	٢ر٧	١١ر٩	١٣ر٢
كا ا	٠ر٢	١ر١	١ر٤	٠ر٢	٥ر٨	١٧ر٦	٤ر٩	١٤ر٢
(بو،ص) ا	٠ر٥	٣ر٥	١ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	١٠ر٧	١ر١
يد٢ ا	١٤ر١	٧ر٢	١٠ر٤	٩ر١	٤ر٨	١١ر٢	٦ر٢	٣ر٢
تى ا٢	١ر٥	١ر٣	١ر٥	١ر٢	١ر٩	١ر٢	—	—
ك ا٢	—	١ر١	١٢ر٦	—	—	١٥ر٩	١ر٦	١١ر٩

٨ — القلسبار ٦٥٩

حجر كورنوول ٧٤٨

اسبار اكسفورد ٨٧ر٥٠٩

اسبار بكنجام ٥٤ر٥٢٤

اسبار جووفراى ٧٤ر٦١٣

٩ — الفلسبار الصوديومى :

٠ر٩٧٩ ص٢ أ	٠ر٩٩١٣ لو٢ أ٣	٦ر١٦ س أ
٠ر٠٣٦ بو٢ أ	٠ر٠٠٨٧ ح٢ أ٣	
٠ر٠٤٨ كا أ		
٠ر٠٣٠ ما أ		

المشغول الطينى

٠ر٢٧٠ بو٢ أ	٠ر٩٤٩ لو٢ أ٣	٩ر٦٥٠ س أ٢
٠ر٢٣٧ ص٢ أ	٠ر٠١٥ ح٢ أ٣	٠ر١٨ (يد٢ أ)
٠ر٣٦٤ كا أ	٠ر٠٣٦ ب٢ أ٣	

الطين :

٠ر٠٢١ بو٢ أ	١ر٠٠ لو٢ أ٣	٢ر٢٧٢ س أ
٠ر٠١٣ ص٢ أ	٠ر٠١٢ ح٢ أ٣	١ر٨٩٦ يد٢ أ
٠ر٠١٦ كا أ		
٠ر٠٢٢ ما أ		

الطين :

٠ر٥٢٨ بو٢ أ	١ر٠٠ لو٢ أ٣	٦ر٦٥٥ س أ٢
٠ر١٤٨ ص٢ أ	٠ر٠٠٨ ح٢ أ٣	٠ر١١١ يد٢ أ
٠ر١٠٠ كا أ		
٠ر٠٢٣ ما أ		

(١٠)

	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
بو٢ا	٠ر٢١١	٠ر٢٤٥	٠ر٢٢٩	٠ر١١٢	٠ر١٥٦	٠ر١٥٧
كا	٠ر٠٧٨	—	٠ر٠٨٥	—	٠ر٠٤٤	٠ر٠٢٥
ما	—	—	—	—	—	٠ر٠٢٩
لو٢ا٣	١	١	١	١	١	١
س ا٢	٣ر٨٩	٤ر٣٧	٤ر٣٣	٤ر٥٣	٤ر٧٢	٥ر٤٧

١١ — القلوى : بوتاسا

كاولين	كوارتز	أورثوكليز	أنورثيت	ليمونيت	رطوبة
١ — ٥٩٫٧٢	٣١٫٥٥	٤٫٩٣	١٫٧٣	٠٫٧١	١٫٣٥
٢ — ٧٩٫٤٢	١٢٫١٤	٥٫٠١	١٫٩٥	١٫٢٥	٠٫٠٦
٣ — ٧٧٫٩٤	٠٫٢٤	١٧٫٨٢	—	١٫٤٢	٢٫٥٩
٤ — ٨٧٫٨٨	—	٨٫٣٥	٠٫٧٠	٣٫٢٠	٠٫٢٢
٥ — ٥٧٫٨٠	١٤٫٨٥	٢٥٫٦٢	—	٠٫٣٦	١٫٨٠
٦ — ٦١٫٨٠	٢٨٫٦٣	٥٫٧٩	٢٫٨٤	١٫٢٥	٠٫٠٤
٧ — ٥٨٫٩٢	٢٩٫٧٠	٦٫١٥	٣٫٢٣	١٫٠٣	٠٫٩٥

القلوى : صودا

كاولين	كوارتز	ألبيت	أنورثيت	ليمونيت	رطوبة
١ — ٥٨ر٥٥	٣٠ر٤٠	٦ر٨١	١ر٧٣	٠ر٧١	١ر٤٦
٧٨ر٤٥	١١ر١٨	٦ر٨٢	١ر٩٥	١ر٢٥	٠ر٢٥
٧٣ر٨٣	٤ر٠٩	٢٥ر١٨	—	١ر٤٢	٣ر١٧
٨٥ر٨٢	١ر٩٢	١٢ر٠٧	٠ر٧٠	٣ر٢٥	٠ر٥٠
٥١ر٩٠	٩ر٣١	٣٦ر٠٩	—	٠ر٣٦	—
٦٠ر٢٠	٢٧ر٣٣	٨ر٢٨	٢ر٨٤	١ر٢٥	٠ر٢٥
٥٧ر٢٠	٢٨ر٢٤	٨ر٧٩	٣ر٢٣	١ر٠٣	١ر١٩

١٢ — ١ — ٦٦٩ر٥ — ٢ — ٧٦٤

١٣ — ٩ر٤٠٥ ٪

١٤ — (أ) ١٣ر٩٤ ٪ — (ب) ١٢ر٤٧ ٪ — (ج) ٤٤ ٪

١٥ — خلطات الفخار الإنجليزى :

	١	٢	٣	٤	٥	٦
طينة لازقة زرقاء	٥٢ر٢٢	٤٦ر٦٧	٣٤ر٤٤	٢٦ر٦٦	٢٣ر٣٣	٢٠
طينة صينى	٢٥ر٥٣	٢٥ر٥٣	٣٨ر٣٠	٢٨ر٧٢	٣٦ر١٧	٤٥ر٧٤
بجماتيت	٤ر٣	٦ر٦٦	١١ر٠٠	١٢ر٦٦	١٢ر٨٨	١٥ر٣٣
زلط	١٧ر٩٥	١٨ر٩٦	١٦ر٢٢	٣١ر٩٤	٣٣ر٦١	١٩ر٧٢

١٦ — خام الطين ٩٢٧ر٦٦ رطلا

خام الاسبار ٢٨٥ر٧١ »

خام الزلط ٤٥٥ر٥٦ »

١٧ — ٥٦ر٧٤ جم . كلوريد باريوم متبلور .

١٢٣ر٨١ جم . كربونات باريوم .

١٨ — نصف كجم . كلوريد باريوم متبلور .
٠ر٦٤٧٥ كجم . أيدروكسيد باريوم مائى .
١ر٠٦ كجم . كربونات باريوم .
٠ر٠١٩٦٧ ٪ كبريتات ذائبة .

١٩ — ٦ر٥٢ جم
٢٠ — ٦٠ جم .
٢١ — ٨٨ جم .
٢٢ — (١) ٢٥ ٪ ، (٢) ٣٥ ٪ ، (٣) ٣٦ ٪ ، (٤) ٣٧ ٪ ، (٥) ٣٨ ٪ ، (٦) ٢٠ ٪ .

٢٣ ـــ الخامات المستعملة — نسب الخامات فى الخلطات بعد التعديل

الخامات المستعملة	أ	ب	جـ	د	هـ
بجماتيت	٣١ر٨٠	٣٥ر٢٣	٣٢ر٥٥	١٥ر٨١	٢١ر٠٩
طين صينى	١٩ر٧٨	٢١ر٨٣	٣٨ر٤٤	٣٦ر٣٢	٢٥ر٩٢
طينة بيضاء	٣٦ر٠٤	٢٦ر٧٦	١٣ر٣٦	٢٠ر٥٣	٢٥ر٦٥
زلـط	١٢ر٣٨	١٦ر١٨	١٥ر٦٥	٢٧ر٣٦	٢٧ر٣٧

الباب الخامس :

١) (أ) ٦ر٤٢٩ سم^{٢} ، (ب) ٤ر٣٨٩ سم^{٢} ، (جـ) ٤ر١٣٩ سم^{٢} .
٢) (أ) ٤ر٢٠١ سم^{٢} ، (ب) ٢ر١٤٦٣ سم^{٢} ، (جـ) ٤ر٦٠٤ سم^{٢} .
٣) (أ) ٨٤ر١ مم ، (ب) ٩٤ر٠ مم ، (جـ) ٧٣ر٠ مم ، (د) ٣١٤ر٠ مم ، (هـ) ١٣٧ر٠ مم ، (و) ٠٦٨ر٠ مم .

الباب السـابع :

١) ١ — ٣٨٫٦٥٪

٢ — ٤٩٫٨٤٪

٣ — ٤٩٫٥٣٪

(٢) رقم	نسبة ماء الادمصاص	رقم	نسبة ماء الادمصاص
١	١٫٢٣	١١	٥٫٩٥
٢	٠٫٥١	١٢	٣٫٩٨
٣	٠٫١٧	١٣	٤٫١٣
٤	١٫٣٧	١٤	١٫٢٣
٥	١٫١٢	١٥	٠٫٩٢
٦	٠٫٦٧	١٦	١٠٫٢٣
٧	٠٫٩٢	١٧	٩٫٠٩
٨	٢٫٢١	١٨	٧٫٣٢
٩	١٢٫٧٢	١٩	٩٫٥٩
١٠	١١٫٦٦	٢٠	٩٫٤١

قاموس المصطلحات

١ — أختبار الجلخ .

٢ — مادة جلخ

٣ — امتصاص .

٤ — مقتطفات : دورية تنشر ملخصات البحوث .

٥ — أقلية .

٦ — لازق ، لاصق

٧ — ادمصاص : امتصاص سطح الجسم الصلب .

٨ — راسب طينى هوائى .

٩ — أجلدوليث : مادة حرارية مصنوعة من البيروفيليت .

١٠— كنافة البحر : طحلب ينمو فى بحار الصين واليابان يستعمل الجاف منه مادة لاصقة .

١١— تقادم الطين .

١٢ — تذرية : فصل الطين الناعم بتعريضه لتيار من الهواء .

١٣ — تحلل جيولوجي : تغير فى تركيب وطبيعة المعـادن والصخور .

١٤ — ألومينا : أكسيد الألومينيوم .

١٥ — حراريات ألومينية : تحتوى على أكثر من ٤٥ ٪ منها ألومينا .

١٦ — ألندم : مادة حرارية تصنع من البواكيت .

١٧ — غير متبلور : صفة للمواد الخالية من النظم البلورية مثل الزجاج .

١٨ — تخمير : تبريد الجسم الخزفى ببطء بعد تسويته .

١٩ — جذب كهربى مصعدى .

٢٠ — علم الأنثروبولوجيا : المتعلق بوصف الإنسان وتاريخه الطبيعى .

٢١ — مسامية ظاهرية .

٢٢ — ثقل نوعى ظاهرى .

٢٣ — ملحقات الـكتاب .

٢٤ — فرن قوس كهربى .

٢٥ — الخزف الفنى .

٢٦ — مصنوع : ما يصنع ليحاكى مثيله الطبيعى .

٢٧ — أحجار صناعية .

٢٨ — تجميع : عملية تـكوين الجسم المتعدد الأجزاء

٢٩ — أوتوكلاف : فرن بخارى حابك .

٣٠ — تشكيل بالسادف الميكانيكى .

٣١ — بكتيريا : نبات ميكروسكوبى .

٣٢ — خزنة حرارية ـ حائط من طوب حرارى يعمل مع موقد القمين : خزنة تنظم سير تيارات الهواء الساخن الداخل إلى القمين بحيث يتجه إلى أعلى ولا يصطدم بالأجسام المسواة .

٣٣ — باريا : أكسيد باريوم .

٣٤ — برخان : كثيب هلالى الشكل ذو انحدار بسيط فى اتجاه الريح مع انحدار أشد يبلغ ٣٠° من الأفق فى الاتجاه الآخر المستدير .

٣٥ — فرصة : جسم مستدير رقيق من الخزف يستعمل كأداة تشكيل، كما يطلق على نوع من أدوات الرص .

٣٦ — ثنائى المحور الضوئى : بلورات تتخذ فيها الأشعة الضوئية مسارين رئيسيين مختلفين عند الفحص البتروجرافى للمعادن ، وذلك كما فى بلورات نظم المعينى والأحادى الميل والثلاثى الميل .

٣٧ — مادة رابطة .

٣٨ — القديد[1] : الجسم الطيني بعد عملية تسويته الأولى دون أن يطلى بطبقة تزجيج .

٣٩ — مرحلة التقديد .

٤٠ — اسوداد داخل الجسم : ظاهرة تحدث عند تسوية بعض المشغولات الطينية المحتوية على كبريت وحديد تسوية من درجات حرارة منخفضة .

٤١ — أسمنت حديدى .

٤٢ — انتفاخ : نتيجة تمدد غازى داخلى عند تسوية الجسم .

٤٣ — بورى : موقد غازى له مورد من الهواء أو الأكسيجين المضغوطين .

٤٤ — الزاج الأزرق : بلورات كبريتات النحاسيك المائية .

٤٥ — عجان : آلة ذات قلابات أو حدافات لتفتيت كتل الطين وخلطها بالماء لتكوين عجينة .

٤٦ — نار .

٤٧ — جسم : يستعمله الخزافون للدلالة على المشغول الطينى أو الخزفى، أما التعريف العلمى للجسم فهو الجزء من المادة .

٤٨ — غلاية .

٤٩ — رماد العظام : متخلف حريق العظام ، يتكون من فوسفات

(١) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ١٩٤٩ .

وكربونات الكالسيوم. يستخدم كمادة كتامة بيضاء وكمكون فى خلطات صينى العظام. ويصنع من كلسنة عظام الثيران عادة.

٥٠ — صينى العظام: نوع من الصينى الإنجليزى يمتاز بلونه الأبيض وشفافيته العالية.

٥١ — بورق، بوراكس: بى بورات الصوديوم.

٥٢ — قنينة وتجمع على قنانى.

٥٣ — جلمود: كتلة من صخر يزيد قطرها على ١٠ سم، وتجمع على جلاميد.

٥٤ — طوبة: جسم من مواد البناء الخزفية على شكل متوازى مستطيلات.

٥٥ — هش.

٥٦ — حركة براون.

٥٧ — قمحى: لون غلاف حبة القمح، أو لون الجلد البشرى الفاتح.

٥٨ — مسامية كلية.

٥٩ — ثقل نوعى خارجى.

٦٠ — حلقة بوللر الحرارية.

٦١ — تقرير: من الدوريات.

٦٢ — حافظة تسوية .

٦٣ — تزجيج جيرى .

٦٤ — كلسنة : عملية تسخين المادة فى الهواء لتفتيتها أو لطرد ما بها من ماء ومواد متطايرة، والأصل فى العملية هو تسخين الحجر الجيرى لتحويله إلى جير حى المعروف قديما باسم الـكلس .

٦٥ — كلس (١) .

٦٦ — قطع الـكاميو : قطع خزفية فنية من إنتاج الخزاف ودوود ذات تزجيج زخرفى بالحفر .

٦٧ — كاربورندم : مادة حرارية أو جالخة أو كهربية تتركب من كربيد السيليسكون .

٦٨ — خاصة شعرية : ارتفاع السوائل فى الأنابيب الشعرية ضد الجاذبية الأرضية تحت تأثير التوتر السطحى .

٦٩ — خرسانة خزفية : مادة حرارية تخلط بالماء وتصب حيث تتجمد كخرسانة الأسمنت .

٧٠ — تشكيل بالنصب .

٧١ — جذب كهربى مهبطى .

---

(١) مجموعة رسائل جابر بن حيان .

٧٢ — أخضر سيلاندينى لون نبات أخضر مصفر .

٧٣ — أسمنت .

٧٤ — قوة طاردة مركزية : القوة الناشئة عن دوران جسم بسرعة كبيرة حول مركزه . تستعمل فى أعمال فرز السوائل حيث يطرد الخفيف نحو الخارج منفصلا عما به من مواد صلبة أو سوائل ثقيلة التى تستقر فى الوسط .

٧٥ — خزف .

٧٦ — منتجات الخزف.

٧٧ — أوعية الخزف ، أجسام خزفية

٧٨ — خزف «إيطالى» .

٧٩ — خزف «فرنسى» .

٨٠ — خزاف .

٨١ — تشقق .

٨٢ — بورسيلان : كيميائى: منتجات البورسيلان المستعملة فى الأغراض الكيميائية ، تمتاز بمقاومتها لفعل الكيماويات .

٨٣ — صينى : نوع من منتجات الخزف الطينى الراقى العديم المسام ، ذو بنية صماء كثيفة ذات شفافية جزئية ، يلى البورسيلان فى الصلادة والرنين ، تصنع منه أوانى الطعام عادة .

٨٤ — اختبار حمولة الصينى .

٨٥ — تقشير طبقة التزجيج .

٨٦ — الفخار الشيسترنى نوع من فيانس خشن البنية يكثر فيه الأنواع ذات طبقات تزجيج سوداء أو قاتمة ، كما يغلب فيه زخرفة تحت التزجيج بطينات مختلفة الألوان : وكانت تعمل منتجات هذا الفخار لحكام إقليم شيتو بفرنسا فى القرن السادس عشر ومنه اشتق الاسم .

٨٧ — الاسم الإنجليزى القديم للطين .

٨٨ — طين

٨٩ — خزف طينى

٩٠ — حالة طينية .

٩١ — مادة طينية .

٩٢ — عجينة طينية أو صلصال .

٩٣ — مشغول طينى : جسم طينى

٩٤ — حصى الأسمنت .

٩٥ — مسام مسدودة .

٩٦ — ركود الدقائق .

٩٧ — غروى .

٩٨ — كيمياء غروية .

٩٩ — محلول غروى .

١٠٠ — حالة غروية .

١٠١ — مادة تلوين .

١٠٢ — ماء ارتباط .

١٠٣ — لجنة : مجموعة من الأعضاء لبحث أمر .

١٠٤ — طوب بلدى

١٠٥ — فخار عادي .

١٠٦ — مركب معقد : مركب تتعدد فيه الشقوق الحامضة أو القاعدية .

١٠٧ — مكون .

١٠٨ — تركيب : تعبير عن مكونات مركب .

١٠٩ — مركب : مادة متجانسة تتكون من اتحاد أكثر من عنصر .

١١٠ — محارى : شكل ذو خطوط مقوسة متوازية أو متجمعة ، أشبه بمكسر قطعة من الزجاج السميك .

١١١ — مجرى : قناة لنقل السوائل .

١١٢ — مخروط .

١١٣ — متوافق .

١١٤ — ثابت الصهر : درجة الحرارة التى يحدث عندها التوازن بين مصهور مادة وصبها وهى درجة الانصهار .

١١٥ — خط الازدواج : خط التقاء نظامين فى تخطيط بيانى .

١١٦ — قوام : حالة السائل من غلظ أو رقة .

١١٧ — تكوين : نوع وطبيعة مكونات جسم .

١١٨ — معاصر .

١١٩ — مجفف مستمر .

١٢٠ — فرن مستمر .

١٢١ — نفق تجفيف مستمر .

١٢٢ — نفق تسوية مستمر .

١٢٣ — طاجن .

١٢٤ — منحنى التبريد .

١٢٥ — مرحلة التبريد .

١٢٦ — كبريتات الحديدوز المائية .

١٢٧ — شرخ : كسر فاصل طويل في الجسم .

١٢٨ — انفصال طبقات التزجيج .

١٢٩ — فخار غير متزجج .

١٣٠ — بلورة خفية : مرحلة بدء التبلور ، تلاحظ على هيئة مجموعات مما تظهره من خواص ضوئية في الضوء المتحلل .

١٣١ — بلورة — كريستال : جسم ذو شكل هندسى منتظم وترتيب جزيئي معين . ويطلق الخزافون الاسم على أنواع السيليكا النقية ذات الشفافية الجزئية . أما الكريستال الزجاجى فهو الزجاج ذو الصفاء الشديد .

١٣٢ — تزجيج بلورى .

١٣٣ — معادن سيليكات الألومنيوم المتبلورة ، أو معادن أشباه الطين.

١٣٤ — بلورى : عكس غروى .

١٣٥ — نظام بلورى مكعب : ما كان لبلوراته ثلاثة محاور متساوية متعامدة

١٣٦ — كسر الزجاج .

١٣٧ — طرد الهواء من الطين : معالجة عجينة الطين بتقطيعها وتفتيتها وهرسها تحت مفرغة هواء . وقد تجرى العملية بنت العجينة وتبطيطها وضربها باليد . وتحسن العملية من قوام العجينة ولازيتها وخـــــواص جسمها بعد تجفيفه وتسويته .

١٣٨ — تبر ، هشيم : تراب الصخر . أو فتاته .

١٣٩ — ورق الطبع ، ديكال.

١٤٠ — تلف[1] : تحلل تدريجى فى المواد العضوية .

١٤١ — جرانيت متحلل .

١٤٢ — تحلل[1] : تجزؤ مركب إلى مواد أبسط منه دون أن تعود الأجزاء إلى حالتها الأولى بعد زوال المؤثر .

١٤٣— زخرفة .

١٤٤ — زخرف .

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الكيمياء والصيدلة، دورة المؤتمر ٢٥ ، ٣١ ، ٣٢، ١٩٥٩/٥٨ .

١٤٥ — إعادة انتشار : إعادة الدقائق الراكدة إلى حالة الانتشار فى وسط سائل .

١٤٦ — تشويه .

١٤٧ — فساد[1] : انحطاط يحدث للخلايا أو الأجسام القومة فتقل قيمتها الوظيفية .

١٤٨ — فقد الماء .

١٤٩ — ضار .

١٥٠ — كثافة : وزن وحدة الحجوم .

١٥١ — أسمنت الأسنان .

١٥٢ — تعرية [2] : الأثر الذى تحدثه العوامل الطبيعية فى الصخور فتفتتها وتزيحها ليتعرض سطح جديد منها لنفس العوامل .

١٥٣ — تدهور [1] : انخفاض تدريجى فى فعالية بعض المواد بمضى الزمن .

١٥٤ — تبلور الزجاج : بدء تحول البنية الزجاجية إلى بلورات أو بلورات خفية ، وذلك عند تجمد المصهور عند تبريده ببطء شديد ، أو بعد مضى مدد طويلة جدا على تخزين الزجاج أو استعمالها أو وجود مواد تساعد على العملية مثل المواد المتطايرة. وتضعف العملية من متانة الجسم الزجاجى وطبقات التزجيج

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الكيمياء و الصيدلة دورة المؤتمر ٢٥ ، ٣٣ ، ٣٤ ، ١٩٥٩/٥٨ .

(٢) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٨٤ ، ١٩٢٩ .

١٥٥ — فرز غشائى [1] .

١٥٦ — طوب ديامل : طوب حرارى ماغنيسيومى يحتوى على معدن الاسبينل ، إنتاج شركة فيتريفراكس .

١٥٧ — ثابت العزل الكهربى : العدد الدال على نقطة التعادل الكهربى لمحلول غروى .

١٥٨ — قابلية الانتشار .

١٥٩ — المختار : نوع من الدوريات .

١٦٠ — عملية هضم كيميائى [1] : معالجة المواد بالكيماويات أو بالتسخين مع الضغط ، كذلك تفكيك المواد بكيماويات قوية ، مثل حامض الكبريتيك المركز .

١٦١ — غمس .

١٦٢ — وعاء غويط - طبق .

١٦٣ — تفتت [1] : انقسام المادة إلى فتات إما تلقائياً كما فى العناصر المشعة ، وإما بواسطة عوامل التعرية كما فى تفتت الصخور ، وإما بواسطة عوامل كيميائية .

١٦٤ — انتشار غروى .

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية لجنة الكيمياء والصيدلة دورة المؤتمر ٢٥ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٩ : ٥٨/١٩٥٩ .

١٦٥ ــ تفكك[1] : انقسام المادة إلى مكونات أبسط منها مع تمكن عودتها إلى حالتها الأولى عند زوال المؤثر .

١٦٦ ــ دولاب التجفيف : مجفف نصف ميكانيكى نصف متسمر ؛ يتكون من خانات متحركة توضع فيها الأجسام الطينية على أو داخل قوالب من الجصيص لتجف وتنفصل عنها .

١٦٧ ــ أكثرية .

١٦٨ ــ قمين لفح نازل .

١٦٩ ــ برنخ : مشغول أسطوانى أجوف ذو مقطع كبير غير متزجج . يستعمل فى نقل مياه المجارى .

١٧٠ ــ قطيرة .

١٧١ ــ تشكيل بالضغط الجاف .

١٧٢ ــ مجفف : مكان تجفيف الأجسام الطينية .

١٧٣ ــ عملية تجفيف .

١٧٤ ــ مرحلة التجفيف .

١٧٥ ــ كثيب[2] : تل الرمال المستديرة الحبيبات ذات الأحجام

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الكيمياء والصيدلة دورة المؤتمر ٢٥ ، ٤٥ ، ١٩٥٩/٥٨ .

(٢) حسن صادق : الجيولوجيا ٤١ ، ٨٨ : ١٩٢٩

المتساوية ، يتراوح ارتفاعه من بضعة أقدام إلى عشرات الأمتار ، سهل الانحدار فى اتجاه الريح ، شديده فى الاتجاه الآخر .

١٧٦ ـــ تكسر : تحطيم الأجسام الساخنة عند سرعة تبريدها .

١٧٧ ـــ تراب ، غبار ، عثير : التراب جسيمات صلبة جافة سائبة را كدة والغبار تراب منتشر فى الهواء على حالة غروية.

١٨٨ صبغ : مادة تلوين ذات تركيب عضوى تذوب فى السوائل .

١٧٩ ـــ اختبار امتصاص الأصباغ : اختبار نوعى للكشف عن المسام الدقيقة فى الأجسام الخزفية ذات البنيات الزجاجية العالية .

١٨٠ ـــ ســـد[1] : عرق من صخر تصلب من مصهور معدنى بعـد دخوله فى شقوق أو فواصل مستطيلة تخترق صخورا أخرى .

١٨١ ـــ الفخار الأبيض .

١٨٢ ـــ تزهر : عملية تطاير الماء المرتبط عند تعرض المادة المائية للهواء ، وهى عكس التميع ، كذلك توصف عملية تبخر مياه المحاليل الشعرية المتصاعدة على سطح الجسم تاركة مجموعات من مسحوق أو قشور المواد على شكل ريم أو أزهار .

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٤١ ، ٨٨ ، ١٩٢٩

١٨٣ ـــ الصيني الياباني :

نوع رقيق من الصيني ذى الشفافية الجزئية اشتهر بصناعته اليابانيون .

١٨٤ ـــ المرونة

١٨٥ ـــ بورسيلان كهربائى : بورسيلان ذو بنية زجاجية عالية عديم المسام يستعمل فى العوازل الكهربية .

١٨٦ ـــ تحليل كهربى : تقسيم المادة إلى شقيها الموجب والسالب واتجاه الأول نحو المهبط والثانى نحو المصعد عند إمرار تيار كهربى مستمر فى محلولها .

١٨٧ ـــ جذب كهربى : اتجاه الدقائق نحو قطب كهربى فى الحالات الغروية .

١٨٨ ـــ جذب كهرأوزموز

انتقال المحاليل السائلة خلال الأغشية تحت تأثير قوى كهربية .

١٨٩ تصويل[1] : عمليه غربلة الطين بالماء نغرض تنقيته حيث ترسب المواد الخشنة أولا ، أما الناعم فيحمله تيار الماء ويرسبه فى مكان بعيد بعد أن تضعف قوة التيار .

١٩٠ ـــ مستحاب .

١٩١ ـــ مينا .

١٩٢ ـــ تحول جيولوجى باطنى .

---

(١) قاموس شرف ، ١٩٢٦

١٩٣ — تفاعل ممتص للحرارة .

١٩٤ — بطانة

١٩٥ — إرج : وحدة الشغل المطلقة : وهى مقدار الشغل الذى تعمله قوة قدرها داين عندما تحرك نقطة تأثيرها فى اتجاه مسافة سنتيمتر واحد .

الداين = جرام / عجلة الجاذبية = ١ / ٩٧٩ فى القاهرة

١٩٦ — تعرية .

١٩٧ — إستر : مركب عضوى ينتج من اتحاد حامض مع كحول وخروج الماء .

١٩٨ — علم الاشتقاق : مبحث فى أصل الأسماء .

١٩٩ — أيوتيكت

٢٠٠ — تركيب أيوتيكتى .

٢٠١ — نقطة أو درجة . الأيوتيكت : درجة الحرارة التى يجمد عندها تركيب أيوتيكتى .

٢٠٢ — محلول أيوتيكتى : محلول صلب محدود نسب مكوناته ، يتجمد فى درجة حرارة خاصة به .

٢٠٣ — حالة أيوتيكتية : تجمد مصهور من عدة مكونات متزججة بنسب محدودة فى درجة حرارة معينة .

٢٠٤ — تبخير : تحويل سائل إلى الحالة الغازية بالتسخين .

٢٠٥ ــ تبخير .

٢٠٦ ــ تفاعل طارد للحرارة .

٢٠٧ ــ تمدد .

٢٠٨ ــ أس : عدد مرات ضرب العدد فى نفسه .

٢٠٩ ــ ثابت الأس .

٢١٠ ــ التشكيل بالدفع .

٢١١ ــ طوب الوجهات .

٢١٢ ــ عامل : عدد يضرب فى ناتج حسابى لتعديله أو تصحيحه .

٢١٣ ــ فيانس ــ بندقى : الاسم الفرنسى للفخار الأبيض الراقى المزجج بطبقة تزجيج شفافة ، صنع فى فرنسا منذ القرن الثانى عشر ، وسمى كذلك بالنسبة لمدينة فينسيا أو البندقية الإيطالية أصل صناعته .

٢١٤ ــ الأسمنت الحديدى .

٢١٥ ــ صقل سطح الجسم الخزفى . عملية تشطيب سطح الجسم الخزفى للحصول على سطح أملس ناعم قبل تزجيجه .

٢١٦ ــ ليفى ــ وبرى

٢١٧ ــ غشاء .

٢١٨ ــ رشيح : السائل الذى ينفذ من مرشح .

٢١٩ ــ كعكة الترشيح : الصلب المتماسك المتبقى على المرشح

٢٢٠ ــ مرشح بالضغط : جهاز فصل الماء أو السائل الزائد من العجائن الزلقة لتحويلها إلى عجائن لازبة بواسطة الضغط خلال مرشحات متينة .

٢٢١ ــ نعومة ، دقة : تناهى صغر الحجم .

٢٢٢ ــ تشطيب : العمليات النهائية فى الصناعة أو التجهيز .

٢٢٣ ــ مكان النار .

٢٢٤ ــ منتجات طين طبقات الفحم : المشغولات الحرارية التى يغلب فى تكوينها طين طبقات الفحم مع مسحوق خشن .

٢٢٥ ــ عزل حرارى .

٢٢٦ ــ تسوية : عملية تسخين الأجسام الطينية فى درجات حرارة كافية لتحويلها إلى أجسام خزفية .

٢٢٧ ــ حلقة حرارية : جسم على شكل حلقة مصنوع من الكاولين أو أى مادة حرارية أخرى ، توضع مع الأجسام الطينية عند تسويتها لقياس درجات حرارة العملية عن طريق قياس مقدار ما يحدث فيها من انكماش ، ومعايرة مقداره بالتدريج الحرارى على قرص متصل بها من النحاس الأصفر .

٢٢٨ ــ مساعد رص : حامل حرارى للأجسام الطينية الضخمة أو السميكة الجدران كالأدوات الصحية أو للأجسام ذات الأجزاء الضعيفة الاتصال كما فى بعض التماثيل : توضع لحفظ تلك المشغولات من التشويه فى أثناء تسويتها .

٢٢٩ ــ بنية صفحية : كالطفل والطلق .

٢٣٠ ــ تذهيب سطح الجسم الخزفى : عملية يكتسب فيها سطح الجسم الخزفى المحتوى على نسبة عالية من الحديد والمواد القلوية لونا ذهبيا أو بنيا محمرا لامعا عند معالجته بملح الطعام أو البوراكس فى ظروف حرارية وجو تسوية خاصة .

٢٣١ ــ منتجات مسطحة : أوعية عديمة أو قليلة الغور .

٢٣٢ ــ ركود ، تلبد .

٢٣٣ ــ انسياب : تحرك جميع أجزاء الجسم بمعدل واحد تحت تأثير الضغط .

٢٣٤ ــ قابلية السك : قدرة الجسم وخاصة الفلزات على الانسياب والتشكيل بالطرق أو الضغط وهو فى حالة الصلابة .

٢٣٥ ــ مدخنة .

٢٣٦ ــ بطانة المدخنة .

٢٣٧ ــ مائع ــ سائل رقراق : السائل السهل الحركة ، عكس اللزج .

٢٣٨ ــ الميوعة ــ رقرقة السوائل .

٢٣٩ ــ مساعد صهر : مادة يعمل وجودها على خفض درجة حرارة صهر الأجسام المختلطة بها .

٢٤٠ ــ رغوة .

٢٤١ ــ مورق : صفة لبنية ورقية كالميكا .

٢٤٢ ــ تكوين :

٢٤٣ — طين الفخار باللغة الصينية القديمة Fou .

٢٤٤ — مكسر - كسر : جزء غير منتظم الشكل من جسم .

٢٤٥ — مخروط حرارى فرنسى .

٢٤٦ — مزجج : متجمد زجاجى من مصهور عدة مكونات .

٢٤٧ — عملية تجهيز المزجج .

٢٤٨ — جبل « باللغة الصينية القديمة » Fu .

٢٤٩ — فرن : مكان حرارى لتسوية المشغولات الطينية بالحرارة دون اللهب .

٢٥٠ — مصهور .

٢٥١ — قابلية الصهر .

٢٥٢ — درجة الصهر : درجة الحرارة التى يبدأ عندها الجسم فى الصهر ، وهى تختلف عن درجة الانصهار فى كونها غير ثابتة .

٢٥٣ — قلة .

٢٥٤ — هلام .

٢٥٥ — تهيل - هيلة .

٢٥٦ — تهذيب سطح الجسم : تنعيم وصقل سطح الجسم وإزالة ما به من زوائد وعلامات وآثار بعد تزجيجه .

٢٥٧ — زجاج

٢٥٨ — بنية زجاجية .

٢٥٩ — تزجيج : طلاء زجاجى .

٢٦٠ — تربيعة قيشانى ، زلزلى .

٢٦١ — عملية التزجيج .

٢٦٢ — جنين بلورى كروى : شكل بلورى كروى دقيق لم تتخلق فيه الحالة البلورية بعد، ولا يعطى اختبارات البلورات الضوئية .

٢٦٣ — تعريف المصطلحات : قاموس المصطلحات .

٢٦٤ — النضج : عملية إنتاج طبقات التزجيج بالتسخين وتختلف العملية عن عمليات تسوية الأحجام الطينية فى أن الأولى يحدث فيها انصهار المكونات واتحاد بعضها بالبعض فى عملية تشابك جزيئى لتكوين طبقة زجاجية رقيقة جيدة الالتصاق بسطح الجسم .

٢٦٥ — حافظة نضج .

٢٦٦ — العدد الذهبى

٢٦٧ — مجوب[1]: آلة حفر أو قطع على شكل أزميل مستدير الشفر .

٢٦٨ — حبة .

٢٦٩ — حبيبة.

---

(١) قاموس شرف

٢٧٠ — الزاج الأخضر [١] بلورات كبريتات الحديدوز .

٢٧١ — اللبن : أو الطوب الأخضر أو النيء وهو الطوب المصنوع من الطين بعد تجفيفه دون تسويته ، ويستعمل فى البناء .

٢٧٢ — حجر الحصباء : المواد الخشنة .

٢٧٣ — التشكيل باليد .

٢٧٤ — برام : وعاء خزف أسطوانى ارتفاعه أطول من قطره له يدان ملتصقتان . مطلى بطبقة تزجيج من الداخل يستعمل فى الطبخ .

٢٧٥ — صلد : عكس طرى وهى صفة مقاومة الاحتكاك والخدش .

٢٧٦ — تسوية زخارف تحت التزجيج .

٢٧٧ — صلادة .

٢٧٨ — مجمرة [٢] : موضع يوقد فيه الفحم .

٢٧٩ — طبقتا هلمهولتز .

٢٨٠ — غير متجانس .

---

(١) رسائل جابر بن حيان .

(٢) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ، دورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

٢٨١ — نظام بلورى سداسى : بلورات ذات أربعة محاور ، ثلاثة منها في مستوى واحد بزوايا وأطوال متساوية والرابع عمودى عليها عند تقاطعها .

٢٨٢ — تجفيف كهربى : تجفيف الأجسام بواسطة ما يتولد من حرارة عند مرور تيار كهربى عالى الضغط فيها .

٢٨٣ — إختبار تأثير الثقل فى درجات الحرارة العالية .

٢٨٤ — طوب أجوف .

٢٨٥ — مشغولات جوفاء .

٢٨٦ — متجانس : متماثل التكوين .

٢٨٧ — قدرة حصان ميكانيكى .

٢٨٨ — رطوبة .

٢٨٩ — تجفيف رطب .

٢٩٠ — دبال : تربة غنية بالنبات العطن .

٢٩١ — أسمنت مائى .

٢٩٢ — هلام مائى .

٢٩٣ — تركيز أيون الأيدروجين : مقدار أيونات الأيدروجين بالمليجرام فى لتر من سائل .

٢٩٤ — تميؤ : اتحاد أيونات الماء بشقى ملح أو أستر لتكوين حامض وأيدروكسيد .

٢٩٥ — ميال للماء .

٢٩٦ — نافر من الماء .

٢٩٧ — أيدروكينون .

٢٩٨ — محلول غروى مائى .

٢٩٩ — معادن سيليكات الألومنيوم المائية غير المتبلورة .

٣٠٠ — قطع زائد : منحنى هندسى .

٣٠١ — صخر نارى [1] : صخر تجمد من مصهور المعادن مثل الجرانيت .

٣٠٢ — اشتعال [2] : عملية بدء الاحتراق .

٣٠٣ — مرحلة التعليل [3] : التدرج البطىء فى تغذية القمين أو الفرن بالوقود عند بدء إشعاله، وفى مرحلة خروج الماء أولى مراحل تسوية الأجسام الطينية . يستعمل وقود البوص أو الحطب عادة .

٣٠٤ — أصم : غير مسامى .

٣٠٥ — غير متوافق: عديم التوافق .

٣٠٦ — راسب قشرى.

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ٣٨ : ١٩٢٩

(٢) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ، دورات المؤتمر ٢٣/٢٥

(٣) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩.

٣٠٧ ـــ كشاف: فهرس هجائى .

٣٠٨ ـــ معامل : مقدار عددى يدل على كمية خاصة من الخواص .

٣٠٩ ـــ صناعى : إنتاج بشرى مصنوع أو مخلق .

٣١٠ ـــ تجفيف بالأشعة تحت الحمراء .

٣١١ ـــ منتجات عازلة .

٣١٢ ـــ مجفف دورى : مجفف يعمل فى أوقات غير مستمرة .

٣١٣ ـــ فرن دورى .

٣١٤ ـــ قمين دورى .

٣١٥ ـــ غير متغير .

٣١٦ ـــ انقلاب .

٣١٧ ـــ بحث : دراسة دقيقة للتوصل إلى حقيقة أمر غير معروف

٣١٨ ـــ ألوان قزحية .

٣١٩ ـــ نقطة التعادل الكهربى : الدرجة التى تتعادل عندها الشحنات الكهربية فى محلول غروى ، وتكون الدقائق عندها على وشك الركود عند أقل زيادة فى مقدار الشحنة المضادة لها ، أو يتغير بعدها نوع شحنة الدقائق . وتقدر هذه النقطة بالرقم الأيدروجينى .

٣٢٠ ـــ التشابه البلورى : تطابق عدد من المواد فى عدد ذرات جزيئاتها وحالة اتحادها وشكل بلوراتها .

٣٢١ ـــ صينى يابانى .

٣٢٢ ــ الجاسبر أو اليشب الصينى : نوع من الخزف الحجرى يحتوى على كبريتات وكربونات الباريوم والفلسبار، وملون بأكاسيد فلزية مختلفة. إنتاج عائلة ودوود منذ عام ١٧٧٦ .

وقد أنتج الفاطميون فى مصر قبل ذلك التاريخ نوعاً من نفس بنية الخزف السابق أسموه البلزهر، كان يستعمل فى صناعة أوعية الشراب عندهم .

٣٢٣ ــ التشكيل بالسادف [1] :

٣٢٤ ــ جول : وحدة عملية من وحدات الشغل تساوى عشرة مليون إرج .

٣٢٥ ــ جورنال : نوع من الدوريات .

٣٢٦ ــ كاولينات : طين أولى ، طين غير منقول أو متبق .

٣٢٧ ــ عملية الـكولنة .

٣٢٨ ــ خزف .

٣٢٩ ــ كيراموس : الاسم الإغريقى القديم للخزف .

٣٣٠ ــ قمين [2] : مكان حرارى للتسوية باللهب المباشر .

٣٣١ ــ أدوات الرص : أجسام مختلفة الأشكال مصنوعة من مواد

---

(١) من وضع المصدر .

(٢) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩ .

حرارية تستعمل فى رص الأجسام الطينية عند تسويتها والأجسام الخزفية عند نضج تزجيجها ، لغرض فصلها بعضها عن البعض وعن جدران الفرن أو القمين

٣٣٢ ــ أوعية الطبخ .

٣٣٣ ــ طين (Kli (Lt .

٣٣٤ ــ طين Kleben (Gr)

٣٣٥ ــ عملية لتزنة .

٣٣٦ ــ عملية الطحن الرطب : عملية تنعيم المواد الصلبة بعد ترطيبها فى سائل لا تذوب فيه .

٣٣٧ ــ جير .

٣٣٨ ــ منحنى السيولة .

٣٣٩ ــ ليثارج ؛ المرتك الذهبى[١] : نوع من أول أكاسيد الرصاص .

٣٤٠ ــ ليثيا : أكسيد الليثيوم .

٣٤١ ــ ليثو ، ليثوجراف.

٣٤٢ ــ عملية استخلاص مائى .

عملية فصل المواد القابلة للذوبان عن غيرها بإذابتها .

٣٤٣ ــ اختبار تأثير الثقل ، أو اختبار الحمل : اختبار يجرى لقياس قدرة احتمال الجسم الخزفى لثقل واقع عليه ، كما فى مواد البناء الخزفية ، كالطوب .

---

(١) رسائل جابر بن حيان .

٣٤٤ ـ طينة السباكة ، طينة الأبليز[1] .

٣٤٥ ـ لوويس ، كتيب طينى .

٣٤٦ ـ جنين بلورى مستطيل .

٣٤٧ ـ بريق ، لمان : مقدار الضوء الأبيض الصادر من سطح جسم .

٣٤٨ ـ ميال للسوائل .

٣٤٩ ـ نافر من السوائل .

٣٥٠ ـ مجلة : من الدوريات.

٣٥١ ـ حجم .

٣٥٢ ـ ماغنيسيا[2] أكسيد الماغنيسيوم .

٣٥٣ ـ سيورقة .

٣٥٤ ـ مجفف دائر : مجفف عمودى مستمر ، يستعمل فى تجفيف الأجسام الطينية وطبقات عجائن التزجيج على أجسام القديد .

٣٥٥ ـ مرقشيتا[3] نوع من كبريتيد الحديد الطبيعى .

٣٥٦ ـ جنين بلورى متلألئ .

---

(١) رسائل جابر بن حيان .

(٢) قاموس شرف .

(٣) رسائل جابر بن حيان .

٣٥٧ — ماسيكوت : نوع من أول أكسيد الرصاص .

٣٥٨ — تزجيج طافئ ، مط .

٣٥٩ — تحليل ميكانيكى .

٣٦٠ — المكافئ الميكانيكى الحرارى : مقدار الشغل الناتج عن وحدة حرارية . ويساوى ١٨٢ ر٤ جول لكل سعر صغير .

٣٦١ — مصهور : ناتج من عملية انصهار .

٣٦٢ — وزن المصهور : وزن الخلطة بعد صهرها .

٣٦٣ — الانصهار : تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة فى درجة حرارة معينة .

٣٦٤ — درجة الانصهار .

٣٦٥ — مذكرة : من الدوريات .

٣٦٦ — تبريق فلزى : أسلوب فى التزجيج الفنى يكتسب فيه سطح طبقة التزجيج لمعانا فلزيا نتيجة تكون فلز من نحاس أو فضة .

٣٦٧ — تحول جيولوجى .

٣٦٨ — بلورة ميكروسكوبية .

٣٦٩ — جنين بلورى : جسم دقيق تتميز فيه الخواص البلورية ، وهو أدق من البلورة الميكروسكوبية .

٣٧٠ — ميكرون : دقائق كبيرة تتراوح أبعادها بين الميكرون وعشره .

٣٧١ ـــ ميكرون (م ٠) : جزء من ألف من الملليمتر .

٣٧٢ : العصور الوسطى .

٣٧٣ ـــ مترد ، لبانة .

٣٧٤ ـــ ملليميكرون (م. م) : جزء من مليون من الملليمتر .

٣٧٥ ـــ معدن[1] : مادة طبيعية متجانسة مثل الجبس والطلق .

٣٧٦ ـــ سلقون : رابع أكسيد الرصاص، أكسيد الرصاص الأحمر .

٣٧٧ ـــ دقيقة : جسيم يتراوح بعده بين أقل من ميكرون إلى ملليميكرون.

٣٧٨ ـــ ضباب: دقائق سائلة منتشرة فى وسط غازى، من الحالات الغروية.

٣٧٩ ـــ قابلية الحركة .

٣٨٠ ـــ مقياس خواص .

٣٨١ ـــ رطوبة.

٣٨٢ ـــ جذب جزيئى .

٣٨٣ ـــ نظام بلورى أحادى الميل : فيه توجد ثلاثة محاور للبلورة، اثنان منهما متعامدان، والثالث مائل على مستواهما .

٣٨٤ ـــ ممسك : مادة لازقة مثل أيدروكسيد الألومنيوم تدمص الأصباغ من محاليلها وتحفظها . توضع على الأقمشة والأسطح غير القابلة للتلوين المباشر عند تلوينها .

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ١٢ ، ١٩٢٩

٣٨٥ ـــ ملاط (مونة) .

٣٨٦ ـــ مزوق(موزايكو)فيسفساء.

٣٨٧ ـــ قابلية التشكيل : باليد أو بالقالب .

٣٨٨ ـــ صندوق ـــ صناعة القالب[١] . وهو الريزق وجمعها ريازق(عامية) إطار من الحديد أو الخشب ذو أربع حواف تصب فيه عجينة المصيص أو يدك فيه الرمل توطئة لتشغيل القوالب بداخله .

٣٨٩ ـــ وحل : بفتحتين ، أو فتح الواو وسكون الحاء وهذا ردىء ، عجينة الطين الزلقة .

٣٩٠ ـــ فرن مستور: فرن تسخن داخله الأجسام بمعزل عن اللهب والهواء.

٣٩١ ـــ أكسيد متعادل : تعبير يستعمله الخزافون للدلالة على الأكاسيد المترددة الثلاثية التكافؤ مثل الألومينا وأكسيد البور وأكسيد الحديديك .

٣٩٢ ـــ منشورانيكول: منشوران من الزجاج الضوئى يستعملان لتحليل وتركيب الضوء فى الميكروسكوب البتروجرافى .

٣٩٣ ـــ نطر[٢]: نترات الصوديوم .

٣٩٤ ـــ مانع صهر .

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية دورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

(٢) من رسائل جابر بن حيان .

٣٩٥ ـــ غير لازب .

٣٩٦ ـــ غير مسامى ، أصم .

٣٩٧ ـــ نظام ناقص .

٣٩٨ ـــ هواء محبوس .

٣٩٩ ـــ الرائحة

٤٠٠ ـــ يدوى .

٤٠١ ـــ أبيض مغبر .

٤٠٢ ـــ زخرفة فوق التزجيج .

٤٠٣ ـــ مادة عتامة .

٤٠٤ ـــ معتم .

٤٠٥ ـــ مادة مفتحة : مادة خشنة تضاف إلى عجائن الطين لتسهيل تجفيف أجسامها وخفض انكماشها .

٤٠٦ ـــ زجاج ضوئى

٤٠٧ ـــ سالب الضوئية : خاصة ضوئية تستخدم عند فحص المعادن بتروجرافيا ، كما فى الأورثوكليز .

٤٠٨ ـــ موجب الضوئية كما فى الألبيت .

٤٠٩ ـــ خام : مادة أولية طبيعية .

٤١٠ — نظام بلورى معينى : بلورات ذات ثلاثة محاور متعامدة مختلفة الأطوال .

٤١١ — مخروط حرارى : لأورتون (المخروط الحرارى الأمريكى) .

٤١٢ — موقد : مكان حرق الوقود فى القماين والأفران .

٤١٣ — مرحلة الأكسدة .

٤١٤ — عملية التعبئة : عملية إعداد المنتجات وحزمها للنقل والتصدير .

٤١٥ — دهان .

٤١٦ — رسالة : كتيب من صفحات قليلة ، أو عدد قليل من صفحات مطبوعة غير مجلدة تحتوى على بحث صغير أو معلومات عن موضوع ، ليست دورية .

٤١٧ — نشرة : من الدوريات .

٤١٨ — جسيم .

٤١٩ — وزن إجمالى : مجموع الأوزان .

٤٢٠ — تسجيل : تقييد الجديد من البحوث والمخترعات الفردية فى دفاتر رسمية تحت أرقام وتواريخ معينة لضمان حق صاحبها .

٤٢١ — طوب الرصف .

٤٢٢ — علم التربة .

٤٢٣ — قابلية النفاذ : قدرة اختراق جسم لآخر .

٤٢٤ ــ حصوة ، زلطة [1] : وتجمع على حصى وزلط ، وهى ما تراوح أبعادها بين عشرة سنتيمترات و ٥ر٢ من الملليمترات .

٤٢٥ ــ عملية التجزئة إلى دقائق ببتنة [2]

٤٢٦ ــ مرحلة : فترة يجرى فيها عملية من العمليات .

٤٢٧ ــ دورية : نوع من المطبوعات العلمية يصدر فى فترات منتظمة .

٤٢٨ ــ فرن دورى .

٤٢٩ ــ قابلية الرشح .

٤٣٠ ــ غشاء منفذ .

٤٣١ ــ قاعدة توازن الوسط : قاعدة حسابية استخلصها جيبس ١٨٧٦ لتربط بين عوامل التغيير من ضغط ودرجات حرارة وحجم أو تركيز فى الحالات الطبيعية الثلاث لمكونات وسط فى حالة استقرار .

٤٣٢ ــ دبوس رص .

التفسفر :

إضاءة المادة إذا احتك بعضها بالبعض، أو إذا وضعت فى مكان مظلم مثل معدن الكوارتز ومعدن الفاسبار . وهى مشتقة من إضاءة عنصر الفوسفور الأصفر ، لكنها غير مرتبطة به فى التركيب ، وهى خاصة مميزة لبعض المواد .

٤٣٣ ــ الرقم الأيدروجينى : مقدار مقلوب اللوغاريتم للأساس عشرة لتركيز أيون الأيدروجين فى مادة . ويتراوح الرقم مابين ١ ــ ١٤ . وهو

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٦٣ ، ١٩٢٩ .

(٢) قاموس شرف.

عدد يستدل منه على حموضة أو قلوية مادة ، فالأولى يكون رقمها أقل من ٧ والثانية يكون رقمها أكثر من ٧ ، أما الرقم الأيدروجيني ٧ فيدل على تعادل الوسط .

٤٣٤ ــ ملون : مادة تلوين ثابتة لا تقبل الذوبان تستعمل فى تلوين أنواع الدهان .

٤٣٥ ــ ماسورة : مشغول أسطوانى أجوف ذو مقطع كبير .

٤٣٦ ــ مادة خشنة .

٤٣٧ ــ خابية ، أبريق . تجمع على خوابى : وعاء لحمل السوائل ضيق الفوهة مع اتساع فى الداخل .

٤٣٨ أصص الزرع .

٤٣٩ ــ مصيص .

٤٤٠ ــ عجينة باريس : مصيص سمى كذلك لأن أول تحضيره كان من تسكليس جبس جبل مورتار بالقرب من مدينة باريس .

٤٤١ ــ شك المصيص : التجمد السريع لعجينة المصيص .

٤٤٢ ــ لازب :

٤٤٣ ــ بلاستيسين : عجينة طينية غير قابلة للجفاف ، تشتهر فى التجارة باسم الصلصال تتكون من عجن الطين بمخلوط من الماء والجلسرين .

٤٤٤ ــ مقياس اللازبية .

٤٤٥ — خاصة اللازبية : أو اللزوبة أو اللزب .

٤٤٦ — رقم اللازبية .

٤٤٧ — صحن .

٤٤٨ — تفاعل للمواد المتطايرة .

٤٤٩ — متعدد : يوصف به مركب يحتوى على عدد من الشقوق الحامضة أو القاعدية أكثر من الطبيعى له .

٤٥٠ — عملية التشابك الجزيئى أو البلمرة : عملية كيمائية تتصل فيها الجزيئات الصغيرة لتكوين جزيئات كبيرة تحت ظروف من الحرارة والعوامل المساعدة، ويصحب العملية زيادة فى صلادة الجسم وتماسكه . تحدث العملية كثيراً فى الطبيعة بين المواد العضوية، كما فى تكوين الراتنجات والسكريات، وبين المركبات السيليسية فى تكوين معادنها . وتستخدم العملية صناعياً فى تخليق كثير من المواد الهامة . كما تحدث فى أثناء نضج مركبات التزجيج .

٤٥١ — البورسيلان : خزف عديم المسام أبيض ذو شفافية جزئية وبنية زجاجية ، كثيف يستعمل فيه الفلسبار مساعد صهر ، لا تتميز طبقات تزجيجه عن سطح جسمه ، له رنين وصلادة عالية ، يقاوم فعل الكيماويات .

٤٥٢ — مسام .

٤٥٣ — خزف مسامى .

٤٥٤ — أسمنت بورتلاند .

٤٥٥ — قدر .

٤٥٦ — فخرانى : صانع الفخار .

٤٥٧ — ربو الخزافين : حساسية تنتاب بعض عمال الخزف من ذوى الحساسية نحو أنواع من التراب عندما يستنشقونه فى جو الطحن الجاف مثلا ، يسبب لهم عدم انتظام عمل الرئة ، وتظهر الأعراض كسعال شديد .

٤٥٨ — سل الخزافين : مرض رئوى يصيب من يتعرض لاستنشاق جسيمات حادة بصفة مستمرة ، إذ تعمل هذه الجسيمات على تهتك أنسجة الرئة مما يعرضها للإصابة بميكروب السل .

٤٥٩ — نخار : خزف مسامى طرى خفيف معتم ، يسوى فى درجات حرارة منخفضة .

٤٦٠ — صناعة الفخار .

٤٦١ — فاخورة : تجمع على فواخير ، مصنع الفخار .

٤٦٢ — تأثير بوبليت : ارتفاع درجة الحرارة عند ادمصاص سطح الأجسام الصلبة للسوائل .

٤٦٣ — رسيب : عملية هبوط الأجسام الصلبة فى القاع تحت تأثير الجاذبية الأرضية . وترسب دقائق المحاليل الغروية إلى القاع إما على هيئة ركود يمكنها من العودة ثانية إلى الانتشار وإما على هيئة تجلط فاقدة خاصتها الغروية .

٤٦٤ ـــ التشكيل بالكبس .

٤٦٥ ـــ كاولينات : طين أولى ، طين متبقى .

٤٦٦ ـــ منشور : شكل من تشكيل الخزف ، متساوى الأحرف ذو مقطع ثلاثى أو رباعى أو خماسى متعدد .

٤٦٧ ـــ خطط : نوع من الدوريات .

٤٦٨ ـــ غروى حافظ .

٤٦٩ ـــ لدونة لازبية كاذبة .

٤٧٠ ـــ قلابة ، مفرمة : آلة عجن الطين وتحويله إلى عجينة متجانسة لازبة تتكون من وعاء فى وسطه عمود مركب عليه سكاكين تقطع الطين وتفتته وتعجنه ثم تدفع العجينة إلى فوهة مسحوبة فى نهاية الآلة .

٤٧١ ـــ دهس ، هرس .

٤٧٢ ـــ مقياس الكثافة .

٤٧٣ ـــ تفاعل كيميائى حرارى .

٤٧٤ ـــ بيرومتر : مقياس درجات الحرارة العالية .

٤٧٥ ـــ مخروط حرارى: جسم هرمى ناقص ثلاثى القاعدة، ذو أبعاد معينة يتكون من خلطات طينية حرارية . يستعمل للدلالة على مسافة أو مدى حرارى يتفق مع رقم مسجل عليه ومع تكوينه ومعدل تسخينه . ويتبين ذلك المدى الحرارى من وقت ميل قمة المخروط إلى تمام التوائه .

٤٧٦ — لازبية حرارية : تسكون حالة لازبة بالتسخين، كما فى الزجاج وفى بعض مراحل التزجيج .

٤٧٧ — بيروسكوب : جسم يعطى عند تسخينه دلالة حرارية خاصة به مثل المخاريط والحلقات الحرارية .

٤٧٨ — نقطة رباعية .

٤٧٩ — زجاج الـكوارتز .

٤٨٠ — جير حى .

٤٨١ — نقطة خماسية .

٤٨٢ — تحليل استنتاجى .

٤٨٣ — مواد أولية : مواد الصناعة طبيعية كانت أو صناعية .

٤٨٤ — وزن المواد الأولية .

٤٨٥ — معامل الانـكسار : المقدار الحسابى الدال على انـكسار شعاع الضوء عند مروره فى وسطين شفافين مختلفى الـكثافة .

٤٨٦ — أسمنت حرارى .

٤٨٧ — منتجات حرارية ، حراريات : منتجات خزفية تصنع من مواد عالية فى درجات تحولها إلى سوائل ، تستعمل فى الأعمال المتعلقة بدرجات الحرارة المرتفعة .

٤٨٨ ــ كاولينات ، طين أولى ، طين متبقٍ .

٤٨٩ ــ معطل .

٤٩٠ ــ فرن عاكس : فرن تسخن فيه المواد بالحرارة المنعكسة من قبوه .

٤٩١ ــ الفاحص [1] : من الدوريات .

٤٩٢ ــ يابس : صفة لعجينة تجهز بأقل كمية من الماء وهى صعبة التشكيل .

٤٩٣ ــ ط أ : قانون عام للأكاسيد القاعدية فى الخزف ، وتشمل أكاسيد الفلزات الأحادية والثنائية التكافؤ مثل الليثيا والصودا والجير والباريا ، والماغنيسيا .

٤٩٤ ــ ط ٢ ا ٣ : قانون عام للأكاسيد المتعادلة فى الخزف وهى الأكاسيد المعروفة كيميائيا بالأكاسيد المترددة وهى أكاسيد الفلزات الثلاثية التكافؤ وذلك مثل الألومينا والحديديك وأكسيد البور .

٤٩٥ ــ ط ا ٢ : قانون عام للأكاسيد الحامضة فى الخزف ، وهى أكاسيد العناصر الرباعية التكافؤ مثل السيليكا والتيتانيا .

٤٩٦ ــ أسمنت رومانى .

---

(١) قاموس حبيشى ، فرنسى عربى .

٤٩٧ — دولاب تشكيل : قرصة تلف حول نفسها بطريق من طرق الإدارة حيث يمكن تشكيل الأوانى الأسطوانية عليها[1] :

٤٩٨ — تهتك ، كسر .

٤٩٩ — سرج : من أدوات الرص .

٥٠٠ — حافظة تسوية .

٥٠١ — انحناء ـ التواء : الميل الكلى أو الجزئى نحو الأرض .

٥٠٢ — تزجيج ملحى أو التمليح .

٥٠٣ — أدوات صحية : أجسام خزفية تستعمل فى الأعمال الصحية كالأحواض وفى دورات المياه .

٥٠٤ — لغة سانسكريتية : لغة هندية قديمة .

٥٠٥ — كهف « باللغة الصينية القديمة sbeb » .

٥٠٦ — جنين بلورى ريشى .

٥٠٧ — ريم : طبقة ملحية تتكون على سطح الجسم الزخرفى بعد تسويته إذا ما احتوت العجينة على أملاح ذائبة مثل كبريتات الكالسيوم .

٥٠٨ — تقشير طبقة التزجيج : حالة انفصال طبقة التزجيج عن سطح الجسم الخزفى عند ما يكون معامل التمدد الحرارى لمادة التزجيج أصغر من معامل التمدد الحرارى لسطح الجسم الخزفى .

---

(١) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ١٩٤٩

٥٠٩ — طينات ، طين ثانوى ، طين منقول .

٥١٠ — مخروط ، سيجر : مخروط حرارى من صنع هيرمان سيجر .

٥١١ — صخور ذات كولثة جزئية .

٥١٢ — تجلط ، شك . رسوب الدقائق متجمعة مع فقدها لخاصتها الغروية .

٥١٣ — شماعة رص .

٥١٤ — ماسورة مجارى .

٥١٥ — تشكيل .

٥١٦ — انكماش .

٥١٧ — سيليكا : ثانى أكسيد السيليكون .

٥١٨ — سيليكون : وهو غير العنصر ، يطلق فى الصناعات الخزفية على أول أكسيد السيليكون ، وهو مسحوق بلورى رمادى أو بنى يتكون من تحلل السيليكا فى درجات حرارة التسوية العالية .

٥١٩ — استر اليليكون : مركب يحل فيه عنصر السيليكون محل بعض أو كل ذرات عنصر الكربون فى جزىء أستر . ويستخدم المركب فى صناعة الحراريات وتمتاز مشغولات هذه المركبات بعدم انكماشها فى أثناء تجفيفها وتسويتها .

٥٢٠ — سيليكونات : أو راتنجات سيليكونية ، وهى نوع من الراتنجات أو المواد الدهنية المخلقة التى تحتوى على مجموعة (س ا) . وهى أكثر مقاومة للحرارة والكهرباء وفعل الكيماويات من الراتنجات الطبيعية .

٥٢١ـ سيليكوزيز : إصابة حادة فى الرئة وخاصة لعمال المناجم والمشتغلين فى جو مملوء بغبار السيليكا ، . كما هو الحال فى بعض خطوات صناعة الخزف ويترتب على هذه الإصابات الإصابة بالأمراض الصدرية كالسل .

٥٢٢ — طمى ، غرين .

٥٢٣ — خبث : نفايات عمليات اختزال وصهر الفلزات .

٥٢٤ — جير مطفأ .

٥٢٥ — إردواز .

٥٢٦ — عجينة رقيقة .

٥٢٧ — فلقة ، كسرة مستطيلة .

٥٢٨ — مرحلة الجمول .

٥٢٩ ـ زلعة .

٥٣٠ — دخان : انتشار دقائق صلبة كربونية فى وسط غازى، من الحالات الغروية .

٥٣١ — طوب مدخن .

٥٣٢ — عملية التدخين : نوع من عمليات النضج فى التزجيج الفنى تجرى فى جو مختزل بواسطة مواد كربونية ، تختزل أكاسيد بعض الفلزات كأكسيد النحاس أو الفضة إلى فلزيهما لإنتاج تبريق فلزى .

٥٣٣ ــ حرارة التشريب : ارتفاع فى درجة حرارة الأجسام المسواة بعد انتهاء تسويتها وتوقف ارتفاع درجة حرارة الفرن أو القمين . تنتج زيادة الحرارة من التكثيف الجزئى للمواد المصهورة داخل الجسم ، وتعمل هذه الحرارة على جودة إتمام التسوية .

٥٣٤ ــ مرحلة التشريب : فترة حرارة التشريب .

٥٣٥ ــ جمعية : مجموعة من الأفراد ذات هدف مشترك .

٥٣٦ ــ صينى طرى .

٥٣٧ ــ درجة الليونة : درجة الحرارة التى تبدأ عندها بعض أجسام الخلطات ، تتحول من الحالة الصلبة تدريجياً إلى الحالة السائلة، وتمر فى مرحلة يتمدد فيها الجسم ويطرى ثم يتحول إلى سائل شديد اللزوجة قبل أن ينصهر . وذلك كما يحدث فى السيليكا والزجاج عند تسخينها .

٥٣٨ ــ محلول غروى .

٥٣٩ ــ بنية صماء .

٥٤٠ ــ منحنى الصلابة .

٥٤١ ــ أسمنت صوريل : أسمنت ماغنيسيومى .

٥٤٢ ــ تورم : انتفاخ سطح الجسم الخزفى .

٥٤٣ ــ ثقل نوعى ، أو وزن نوعى ، الشبه بين وزن حجم من جسم إلى وزن نفس الحجم من ماء النقى فى درجة حرارة + ٤° م . وهو يساوى عدديا الكثافة .

٥٤٤ ــ شظية ، كسرة .

٥٤٥ ــ عملية السفنجة : تنعيم سطح الجسم الطينى بإسفنجة مبتلة بالماء قبل تسويته .

٥٤٦ ــ بنية إسفنجية : بنية شديدة المسام .

٥٤٧ ــ رجل الديك : من أدوات الرص .

٥٤٨ ــ انحناء ، التواء .

٥٤٩ ــ رصة .

٥٥٠ ــ إسطمبة : خاتم تشكيل بالسك .

٥٥١ ــ يابس .

٥٥٢ ــ حامل رص ثلاثى : أداة رص ذات ثلاث شعب .

٥٥٣ ــ خزف حجرى ، خزف زلطى .

٥٥٤ ــ مخدش : مسحوق خدش الجسم .

٥٥٥ ــ استرونشيا : أكسيد الاسترنشيوم .

٥٥٦ ــ طوب البناء .

٥٥٧ ــ مبنى ــ منشأة .

٥٥٨ ــ بنية : التكوين الداخلى أو الميكانيكى لجسم .

٥٥٩ ــ اشتكو : عجينة مصيص مضاف عليها غراء .

٥٦٠ — موجات فوق السمعية .

٥٦١ — معامل سطحى .

٥٦٢ — توتر سطحى .

٥٦٣ — محاول معلق .

٥٦٤ — شب معلق : بين الغروى والمعلق .

٥٦٥ — محاول معلق .

٥٦٦ — تخليق : صناعة مواد جديدة لا مثيل لها فى الطبيعة .

٥٦٧ — خزف مخلق : وهو الجير والمصيص والأسمنت والزجاج .

٥٦٨ — أوانى الطعام .

٥٦٩ — مسطح .

٥٧٠ — خزف (لغة صينية قديمة) Tao .

٥٧١ — طعم — مذاق : خاصة تميز بها بعض المواد عن طريق التذوق .

٥٧٢ — فنجان شاى .

٥٧٣ — أبريق الشاى .

٥٧٤ — تليين : التفتيت بالماء .

٥٧٥ — المتانة.

٥٧٦ — تنكال ـ تنكار : خام البوراكس (لفظ هندى) .

٥٧٧ — فخار أحمر .

٥٧٨ — نظام بلورى رباعى : بلورات ذات ثلاثة محاور متعامدة أحدها يختلف فى الطول عن الآخرين .

٥٧٩ — يقينية : نظرية لا ريب فيها مثل يقينية «كارنوت» فى الآلات الحرارية العكسية .

٥٨٠ — خلية حرارية .

٥٨١ — كعب رص : من أدوات الرص .

٥٨٢ — تقويم : تعديل قوام سائل .

٥٨٣ — ثوريا : أكسيد الثوريوم .

٥٨٤ — تشكيل على الدولاب اليدوى .

٥٨٥ — تربيعة : مشغول خزفى رقيق مسطح ذو شكل رباعى غالباً ، وقد يكون مقوساً .

٥٨٦ — ركام : رواسب الثلاجات .

٥٨٧ — تيتانيا : أكسيد التيتان .

٥٨٨ — أداة :[١] وسيلة ميكانيكية لأداء عمل ما غير نقل الطاقة أو تحويلها، مثل أدوات الرص وأدوات التشكيل وأجهزة القياس .

---

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ودورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

٥٨٩ ــ ملمس : خاصة مميزة عن طريق حاسة اللمس .

٥٩٠ ــ تنعيم بالفرشاة : عملية تنعيم سطح الأجسام بعد تجفيفها على فرشاة.

٥٩١ ــ تطورات : من الدوريات .

٥٩٢ ــ شفافية جزئية .

٥٩٣ ــ شفيف ـ شفاف .

٥٩٤ ــ طين ثانوى ، طين منقول ـ طينات .

٥٩٥ ــ جنين بلورى شعرى .

٥٩٦ ــ نظام بلورى ثلاثى الميل : بلورات ذات ثلاثة محاور غير متعامدة

٥٩٧ ــ ثقل نوعى حقيقى .

٥٩٨ ــ ماجور ــ قصعة .

٥٩٩ ــ أنجر .

٦٠٠ ــ أنبوبة : جسم أسطوانى أجوف صغير المقطع .

٦٠١ ــ نفق تجفيف .

٦٠٢ ــ نفق تسوية .

٦٠٣ ــ تشكيل بالخرط .

٦٠٤ ــ توأمية البلورات[1] .نمو البلورات نمواً متداخلا .

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ١٩٢٩ .

٦٠٥ — مخروط تندال الضوئى .

٦٠٦ — تأثير تندال : ظاهرة تشتت الضوء عند مروره فى محلول غروى نتيجة لانتشار الدقائق .

٦٠٧ — تحليل كيميائى .

٦٠٨ — ترشيح تحت ضغط عال .

٦٠٩ — الترامیكروسكوب : ميكروسكوب صممه « زيجموندى » لتتبع حركة الدقائق التى لا ترى بالميكروسكوبات العادية .

٦١٠ — زخرفة تحت التزجيج .

٦١١ — أحادى المحور الضوئى : بلورات تتخـــذ فيها الأشعة الضوئية مسارا ضوئياً رئيسياً واحداً ، وذلك فى بلورات النظامين الرباعى والسداسى[1] .

٦١٢ — نظام أو وسط أحادى التغير .

٦١٣ — قمين لفح صاعد .

٦١٤ — بخر : تحول سائل إلى بخار تلقائيا .

٦١٥ — غشاء حافظ : طبقة تحفظ اللون من السقوط وتقى ما تحته .

٦١٦ — حلقة فيريتاس الحرارية .

---

(١) دانا : علم المعادن : ٢٧٧ ، ١٩٣٢ .

٦١٧ — مقابل — قرين : الفرق بين حالتين أو المقارنة بينهما .

٦١٨ — بنية حويصلية : بنية دقيقة المسام .

٦١٩ — مقياس اللزوجة .

٦٢٠ — اللزوجة .

٦٢١ —فتريوسيل ـ زجاج الكوارتز .

٦٢٢— زجاجى .

٦٢٣ — صينى زجاجى : نوع من الفخار الأبيض الكثيف ، يستعمل فى صناعة الأدوات الصحية.

٤٢٤ — عملية تجهيز جسم زجاجى البنية ، تزجج .

٦٢٥ — رماد بركانى [1] : صخر مكون من دقائق مفككة أو متماسكة من الطفح البركانى ، قريباً أو بعيداً عن البركان ، حمل بواسطة الماء أو الرياح . والصخر نتيجة تفتت وتحلل المواد المصهورة المنبعثة من أفواه البراكين بالانفجارات الناشئة من خروج الغازات المحبوسة فيها .

٦٢٦ مقياس الحجوم .

٦٢٧ — معجون طين حرارى : عجينة لازبة من طين حرارى تسد بها الفتحات الموجودة فى الأماكن الحرارية كالقمائن والحوافظ لغرض الترميم حتى

---

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٤٤ ، ١٩٢٩ .

يمنع تسرب الدخان إلى المشغولات داخلها فى أثناء التسوية أو العمليات الحرارية الأخرى .

٦٢٨ — تشويه .

٦٢٩ — زجاج مائى .

٦٣٠ — منتجات ، أوانى : مشغولات ذات الصنف الواحد ، مثل منتجات الصينى وأوانى الطعام .

٦٣١ — تعرية جوية .

٦٣٢ — جرة - زير .

٦٣٣ — مسلوب : جسم مبطط سميك من أحد طرفيه مسحوب إلى طرف حاد .

٦٣٤ — أسمنت أبيض .

٦٣٥ — فخار أبيض .

٦٣٦ — الزاج الأبيض(١) بلورات كبريتات الخارصين .

٦٣٧ — مادة تبييض : مثل مسحوق كربونات الكالسيوم المترسبة أو الطباشير ، تضاف للخلطات لغرض تبييض الناتج .

٦٣٨ — زجاج النوافذ .

---

(١) رسائل جابر بن حيان .

٦٣٩ ــ غنم « لغة صينية قديمة » yang .

٦٤٠ ــ قمين تسوية الفخار : باللغة للصينية القديمة yao .

٦٤١ ــ ناتج .

٦٤٢ ــ درجة الإنهاك .

٦٤٣ ــ إنهاك .

٦٤٤ ــ زركونيا : أكسيد الزركونيوم .

٦٤٥ ــ طوب الزركونيا .

٦٤٦ ــ منطقة حدود مكان ذو ظروف وخواص .

مكتبة الخزف

أولا : الكتب

(١) إدينجز : التقسيم الكمى للصخور النارية .

(٢) إدينجز : الصخور النارية .

(٣) الصدر ، س . ح : الخزف .

(٤) الصدر ، س . ح . : الخزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩ .

(٥) الصدر ، س . ح : مدينة الفخار ، دار المعارف بمصر — ٥ شارع ما سبيرو — القاهرة ج . ع . م ١٩٦٠ .

(٦) ألكسندر ، جيروم : الكيمياء الغروية .

(٧) أندروز : الاختبارات والعمليات الحسابية الخزفية .

(٨) أورتون : مجموعة محاضرات .

(٩) أوسوالد : الكيمياء الغروية .

(١٠) إيتل : الكيمياء الطبيعية للسيليكات .

(١١) إيرنست : مبادئ البترولوجيا الطبيعية .

(١٢) أيوكين ولامر : مبادئ الكيمياء الطبيعية .

(١٣) بالمورن وفوكه : زجاج يينا .

(١٤) بانسكروفت : النظرية العامة للكيمياء الغروية التطبيقية .

(١٥) بورى : الصناعات الخزفية .

(١٦) بيرسون : الصخور ومعادنها .

(١٧) بيرى : صناعة الزجاج .

(١٨) بيرند وبيرج : الكيمياء الجيولوجية .

(١٩) تويتهوفل : بحث فى الترسيب .

(٢٠) تيريل . مبادئ البترولوجيا .

(٢١) ثورب : قاموس فى الكيمياء التطبيقية .

(٢٢) جامين تشونسون : الطبيعة ، الجزء الثالث .

(٢٣) جونسون : رسالة فى لازبية الطين .

(٢٤) جوهانسن : الطرق البتروجرافية .

(٢٥) جويرتلر : الكيمياء النظرية غير العضوية .

(٢٦) جيفريز وآرتشر : علم الفلزات .

(٢٧) حسن صادق : الجيولوجيا ، ١٩٢٩ .

(٢٨) دالى : الصخور النارية وأصلها .

(٢٩) دانا : علم المعادن .

(٣٠) دف : الطبيعة .

(٣١) ديفين وبلاكفورد : فن الفخار .

(٣٢) رالف إيلر : الكيمياء الغروية للسيليكا والسيليكات .

(٣٣) رطلى : مبادئ علم المعادن .

(٣٤) روزنتال : الفخار والخزف .

(٣٥) ريز : الطين ، وجوده وخواصه واستعماله .

(٣٦) سيجر : مجموعة رسائل فى الخزف .

(٣٧) سيرل : المواد الحرارية .

(٣٨) فرويند ليخ : الكيمياء الشعرية .

(٣٩) فيندلاى ، ا : قاعدة توازان الوسط وتطبيقاتها .

(٤٠) فينلاى ج : مقدمة فى دراسة الصخور النارية .

(٤١) كلارك . تقدير أيونات الأيدروجين .

(٤٢) كلارك : بيانات فى الكيمياء الجيولوجية .

(٤٣) كينى : صناعة الفخار .

(٤٤) لانجنبك : كيمياء الفخار .

(٤٥) لاورى وسجدون : الكيمياء الطبيعية .

(٤٦) لفجوى : تجفيف المشغولات الطينية .

(٤٧) لفجوى : الريم والتزهر .

(٤٨) ليث وميد : الجيولوجيا المتحولة .

(٤٩) لين : الفخار الإغريقى .

(٥٠) ماتسون : عمال الطين .

(٥١) مارلو : صناعة الفخار وزخرفته .

(٥٢) ماكسويل : نظرية الحرارة .

(٥٣) ماك نامارا : كتاب الخزف .

(٥٤) ميريل : المعادن غير الفلزية .

(٥٥) ميللور : التحليل الكمى للمواد غير العضوية .

(٥٦) ميللور : تقدير الأملاح الذائبة فى الطين ، صناعة الفخار .

(٥٧) ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة .

(٥٨) نورتون : الخزف لفنان الفخار ، الطبعة الثانية ، ١٩٥٦ . الناشر آديسون ويزلى .

(٥٩) هاتشيك : طبيعة وكيمياء الغرويات

(٦٠) هاوث : كيمياء التبلور فى الخزف .

(٦١) هاوسر : علم السيليسيك .

(٦٢) هوفستاد : زجاج — يينا .

(٦٣) هوم : الخزف للفخرانى .

(٦٤) هوبتيكر : ما يحدث داخل القمائن

(٦٥) هيوم ، و . ف : جيولوجية مصر ، وزارة المالية المصرية ، مصلحة المساحة ، المطبعة الأميرية ، بولاق القاهرة ، ١٩٣٥ .

(٦٦) واشبيرن : مبادئ الكيمياء الطبيعية .

(٦٧) وشنطون . التحليل الكيميائى للصخور .

(٦٨) وستون : عامل الطين فى بريطانيا .

(٦٩) ويلسون : تكنولوجيا طين الخزف .

(٧٠) وينكلمان : زجاج يينا .

ثانيا : الدوريات

(ا) البحوث :

(١) بحوث أعضاء معمل الجيولوجيا الطبيعية بمعهد « كارنيجى » بواشنطون .

(٢) بحوث الجمعية الأمريكية لاختبار المواد .

(٣) بحوث جمعية الخزف الأمريكية .

(٤) بحوث المركز القومى للبحوث ، شارع التحرير ، الدقى ، الجيزة .

(٥) بحوث مصلحة المقاييس الأمريكية .

(٦) بحوث معمل أبحاث مواد البناء بمعهد لويس بولاية شيكاغو .

(٧) بحوث معمل الخزف بجامعة واشنطون .

(ب) تسجيلات :

(٨) تسجيلات ألمانية .

(٩) تسجيلات سبرخزال .

(١٠) تسجيلات الولايات المتحدة الأمريكية .

(ج) تطورات :

(١١) تطورات جمعية الخزف بمقاطعة « استافورد شير » الشمالية .

(١٢) تطورات جمعية الخزف الأمريكية .

(١٣) تطورات جمعية الخزف الإنجليزية .

(١٤) تطورات معهد هندسة المناجم الأمريكى .

(د) تقارير :

(١٥) تقرير أبحاث محطة التجارب الزراعية بجامعة ميسورى .

(١٦) تقرير أبحاث مصلحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية .

(١٧) تقرير الاتحاد الأهلى لصناع الطوب ، لجنة الأبحاث الصناعية .

(١٨) تقرير البيدولوجيا الدولية .

(١٩) تقرير تونيند سايتونج .

(٢٠) تقرير الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ، لجنة الجير

(٢١) تقرير جمعية الطوب والطين

(٢٢) التقرير الجيولوجى .

(٢٣) تقرير كاتالوج شركة ليبدز — نورثروب بفلادلفيا .

(٢٤) تقرير محطة التجارب الهندسية بكلية « إيوا »

(٢٥) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بالولايات المتحدة الأمريكية .

(٢٦) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « الالينوى ».

(٢٧) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية أوهيو .

(٢٨) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « إيوا ».

(٢٩) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « جورجيا » .

(٣٠) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « فرجينيا الغربية » .

(٣١) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « ويسكونسين » .

(٣٢) تقرير مصلحة التربة الأمريكية .

(٣٣) تقرير مصلحة الكيمياء الأمريكية .

(هـ) جداول :

(٣٤) جداول سميثونيان .

(و) جرائد علمية :

(٣٥) جورنال الأكاديمية العلمية بواشنطون .

(٣٦) جورنال التجارة الكيميائية .

(٣٧) جورنال جمعية تكنولوجيا الزجاج .

(٣٨) جورنال جمعية الخزف الأمريكية .

(٣٩) جورنال جمعية الخزف الإنجليزية .

(٤٠) جورنال الجمعية الكيميائية الأمريكية .

(٤١) جورنال الجيولوجيا .

(٤٢) الجورنال العلمى الأمريكى .

(٤٣) جورنال هندسة الكيمياء الصناعية .

(ز) خطط :

(٤٤) خطط الجمعية الأمريكية لاختبار المواد .

(ح) رسالات :

(٤٥) رسالة العلم ، تصدرها جمعية خريجي كليات العلوم بالجمهورية ، (٣٣) شارع عبد الخالق ثروت، القاهرة .

(ط) الفاحص :

(٤٦) الفاحص لتجارة الزجاج ، ومجلة الفخار .

(٤٧) الفاحص العالمي للمناجم .

(ى) كتب دورية :

(٤٨) كتاب الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ، أسمنت بورتلاند .

(٤٩) كتاب جمعية الخزف الأمريكية .

(٥٠) الكتاب السنوى للمجمع المصرى للثقافة العلمية ، مطبعة دار الكتب المصرية ، القاهرة .

(٥١) كتاب شركة المطاط الكيميائية في الكيمياء والطبيعة .

(ك) مجلات علمية :

(٥٢) مجلة بريشته .

(٥٣) مجلة جمعية الخزف الأمريكية .

(٥٤) مجلة جمعية الخزف الإنجليزية .

(٥٥) مجلة الجمعية الكيميائية الأمريكية .

(٥٦) مجلة الجيولوجيا .

(٥٧) مجلة الخزاف .

(٥٨) مجلة شبرخزال .

(٥٩) مجلة عصر الكيمياء بنيويورك .

(٦٠) مجلة العلم .

(٦١) مجلة فيلادلفيا .

(٦٢) مجلة الفيلسوف .

(٦٣) مجلة الكيمياء الكهربية .

(٦٤) مجلة المختار من الخزف الإنجليزية (طبعة ماوراء البحار) .

(٦٥) مجلة المعدن الأمريكية .

(٦٦) مجلة المهندسين العسكريين ، يصدرها سلاح المهندسين بثكنات العباسية بالقاهرة .

(٦٧) مجلة الهندسة الكيميائية للفلزات .

(ل) مذكرات :

(٦٨) مذكرات الجمعية الجيولوجية البلجيكية .

(م) نشرات :

(٦٩) نشرة الجيولوجيا الاقتصادية .

(٧٠) نشرة الصناعات الخزفية .

(٧١) النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس بالولايات المتحدة الأمريكية .

(٧٢) النشرة الصناعية لمصلحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية .

(٧٣) النشرة العلمية بكمبريدج .

(٧٤) نشرة محطة التجارب الهندسية بجامعة الليئوى .

(٧٥) نشرة مصلحة المساحة الجيولوجية بالولايات المتحدة الأمريكية .

فرع مصادر المعادن .

(٧٦) نشرة مصلحة المقاييس بالولايات المتحدة الأمريكية (طبعة علمية) .

(٧٧) نشرة مصلحة المناجم بولاية ميسورى .

(٧٨) نشرة مصلحة المناجم والجيولوجيا بولاية « إيداهو » .

(٧٩) نشرة المعهد الصناعى الأمريكى للحراريات .

قائمة أسماء المعادن والصخور

(١) صخر ناري حامض
(٢) أدولاريا
(٣) طين هوائى
(٤) أجالما توليت
(٥) عقيق يمانى
(٦) تربة زراعية
(٧) ألبيت
(٨) طين قلوى
(٩) فلسبار قلوى
(١٠) آللوفين
(١١) طمى ، طين نهرى ، غرين
(١٢) كوارتز ألفى
(١٣) مواد حرارية ألومينية
(١٤) طينة حرارية ألومينية
(١٥) آلوشتيت
(١٦) جمست
(١٧) حجر الأمازون
(١٨) سيليكا غير متبلورة
(١٩) أمفيبول
(٢٠) أناتيز
(٢١) أنوكزيت
(٢٢) أندالوسيت
(٢٣) أنديزين
(٢٤) أنيموزيت
(٢٥) أنهيدريت
(٢٦) أنورثيت
(٢٧) أنورثوكليز
(٢٨) أباتيت
(٢٩) أيليت
(٣٠) أرا جونيت
(٣١) أرجنتييرا

(٣٢) صخر طيني

(٣٣) أنورثيت صناعى (مصنوع)

(٣٤) فلسبار صناعى
أو مصنوع

(٣٥) لوسيت صناعى أو مصنوع

(٣٦) أورثوكليز صناعى أو
مصنوع

(٣٧) كوارتز صناعى أو مصنوع

(٣٨) أسبستوس أو حرير
صخرى

(٣٩) أوجيت

(٤٠) باربياريت

(٤١) باريت

(٤٢) بازلت

(٤٣) طين بازلتى

(٤٤) صخر نارى قاعدى

(٤٥) باتشيلوريت

(٤٦) بوكسيت

(٤٧) بيدليت

(٤٨) بنتونيت

(٤٩) زمرد — بيريل

(٥٠) كوارتز بأنى

(٥١) طينة حرارية رابطة

(٥٢) بيوتيت

(٥٣) طينة قارية

(٥٤) ميكا سوداء

(٥٥) معدن جون الأزرق

(٥٦) كاولين بوهيميا

(٥٧) طينة كروية — طينة لاصقة

(٥٨) طين جلمودى

(٥٩) اسبار بكنجام

(٦٠) بايتونيت

(٦١) طينة جيرية

(٦٢) مادة جيرية ماغنيسيومية

(٦٣) مادة جيرية

(٦٤) صخر جيرى

(٦٥) عقيق أبيض

عقيق المياه العذبة — كالسيدونى
(٦٦) بوكسيت مكاس
(٦٧) كالسيت
(٦٨) طينة كربونية
(٦٩) كاولين كارلسباد
(٧٠) عقيق أحمر — كارنيليان
(٧١) كاولين كاروثينا
(٧٢) حجر القصدير
كاسيتيريت .
(٧٣) كاتلينيت
(٧٤) عين القط
(٧٥) سلزيان
(٧٦) كيموليت
(٧٧) طباشير
(٧٨) شيرت
(٧٩) طين صينى
(٨٠) كلوريت

(٨١) كلوروبال
(٨٢) كوندروديت
(٨٣) كريستوباليت
(٨٤) كروميت
(٨٥) كريسوكولا
(٨٦) سيموليت
(٨٧) طين
(٨٨) معدن طينى
(٨٩) حجر طينى
(٩٠) طين صابونى
(٩١) طينيت
(٩٢) حجر خرسانة
(٩٣) كوليريت
(٩٤) كاولين غير متبلور
(٩٥) حجر كورنيش
(٩٦) حجر كورنوول
(٩٧) كورند[1]

---

(١) دكتور أحمد زكى : الأحجار الكريمة ، الكتاب السنوى الخامس للمجمع المصرى للثقافة العلمية ، ١١٣ .

(٩٨) كريوليت

(٩٩) كريستال (طبيعى) كوارتز شفاف

(١٠٠) صخر بلورى

(١٠١) معدن سيليكات الألومنيوم المتبلورة — معدن شبه طينى

(١٠٢) كاولين متبلور

(١٠٣) معدن السيليكا المتبلورة

(١٠٤) كريستوباليت

(١٠٥) سيانيت كيانيت

(١٠٦) داسيت

(١٠٧) جرانيت متحلل

(١٠٨) كاولين ديلاوير

(١٠٩) رمل صحراوى

(١١٠) دياسبور

(١١١) ديكايت

(١١٢) طينة دياتومية — كيسلجور .

(١١٣) ديوريت

(١١٤) بورفير الديوريت

(١١٥) دوليريت

(١١٦) دولوميت

(١١٧) طين إبرنهان

(١١٨) الأباستر ، مصرى — مرمر

(١١٩) طين قدماء المصريين

(١٢٠) إلبروسيت

(١٢١) طينة كروية إنجليزية

(١٢٢) كاولين إنجليزى — طين صينى

(١٢٣) إنستاتيت

(١٢٤) إبيدوت

(١٢٥) طفل أو طفال إسنا .

(١٢٦) فاراتشيبايت

(١٢٧) فياليت

(١٢٨) فلسيت

(١٢٩) فلسبار

(١٣٠) فلسبار

(١٣١) معادن الفلسبار

(١٣٢) صخور الفلسبار

(١٣٣) شبيه الفلسبار

(١٣٤) آللوفين حديدى

(١٣٥) طينة حديدية

(١٣٦) طين طبقات الفحم

(١٣٧) ولط — صوان

(١٣٨) طين زلطى

(١٣٩) طين حرارى زلطى

(١٤٠) كاولين زلطى

(١٤١) طين فلوريدا

(١٤٢) كاولين فلوريدا

(١٤٣) فلوريت — فلورسبار

(١٤٤) فلورسبار

(١٤٥) فورستيريت

(١٤٦) حجر طباشيرى

(١٤٧) طينة مالئة

(١٤٨) جابرو

(١٤٩) جالابكتيت

(١٥٠) جانيستر

(١٥١) مقيق — جارنت

(١٥٢) طين جورجيا

(١٥٣) كاولين جورجيا

(١٥٤) طينة كروية ألمانية

(١٥٥) جايسريت

(١٥٦) جيبسيت

(١٥٧) طينة ثلجية

(١٥٨) نيس

(١٥٩) اسبار جوودفراى

(١٦٠) جرانيت

(١٦١) جرانود يوريت

(١٦٢) جرافيت

(١٦٣) جبس

(١٦٤) هيماتيت — حجز الدم

(١٦٥) هولويسيت

(١٦٦) طينة عالية الخواص الحرارية

(١٦٧) طين هيرتشو

(١٦٨) هورنبلند

(١٦٩) حجر قرنى

(١٧٠) هياليت

(١٧١) هيالوفين

(١٧٢) هيدروفين

(١٧٣) معادن سيليكات الألومنيوم المائية غير المتبلورة — معادن الطينات .

(١٧٤) صخر نارى

(١٧٥) كاولين اللينوى

(١٧٦) إيلمانيت

(١٧٧) الحجر السماقى الإمبراطورى

(١٧٨) إنديانيت

(١٧٩) صخر نارى متداخل

(١٨٣) إيونيت

(١٨١) بيديليت حديدى

(١٨٢) إيسوأورثوكليز

(١٨٣) أيسوثوز

(١٨٤) حجر يابانى

(١٨٥) اليشب

(١٨٦) كاولين

(١٨٧) معادن الكاولين

(١٨٨) حجر الكاولين

(١٨٩) كاولينات

(١٩٠) كاولينيت

(١٩١) كيانيت

(١٩٢) كيسلجور

(١٩٣) طينة كنتوكى الكروية

(١٩٤) كيموليت

(١٩٥) كوتشيت

(١٩٦) لابراد وريت

(١٩٧) لاتيريت

(١٩٨) طين لوترشيم

(١٩٩) لازوليت

(٢٠٠) طين صينى ليمـور الإنجليزية

(٢٠١) لوسيت

(٢٠٢) ليفيرياريت

(٢٠٣) حجر جيرى

(٢٠٤) ليمونيت

(٢٠٥) طينةسباكة ـ طينةأبليز[1]

(٢٠٦) كثيب طينى — لويس

(٢٠٧) لوكسوكليز

(٢٠٨) طين لوتيان

(٢٠٩) طينة سهلة الانصهار

(٢١٠) ماجنيتيت

(٢١١) ماجنيزيت

(٢١٢) ملاخيت

(٢١٣) رخام

(٢١٤) مرقشيثا[2]

(٢١٥) مارل — حجر طينى جيرى

(٢١٦) مرمر — الأباستر مصرى

(٢١٧) كاولين ميريلاند

(٢١٨) طينة متوسطة الخواص الحرارية

(٢١٩) ميليت

(٢٢٠) ميكا

(٢٢١) ميكا ديابيز

(٢٢٢) ديوريت ميكائى

(٢٢٣) ميكروكلين

---

(١) قاموس شرف .

(٢) رسائل جابر بن حيان

(٢٢٤) كوارتز لبنى

(٢٢٥) حجر الأوبال،حجر لبنى

(٢٢٦) ميلوشيت

(٢٢٧) طين ميسورى

(٢٢٨) مونازيت

(٢٢٩) موسكوفيت

(٢٣٠) مونتمور يلليونيت

(٢٣١) حجر القمر

(٢٣٢) موليت

(٢٣٣) ناكريت

(٢٣٤) نطرون

(٢٣٥) نظرونيت

(٢٣٦) سانيدين صود يومى

(٢٣٧) نيفيلين

(٢٣٨) نيفيليت

(٢٣٩) نيفيليت سيانيت

(٢٤٠) طين نيوجرس الخزارى

(٢٤١) نيوتونيت

طمى النيل

(٢٤٢) كاولين كارولينا الشمالية

(٢٤٣) حجر رملى نوبى

(٢٤٤) كاولين أوهيو

(٢٤٥) أوليجوكليز

(٢٤٦) أوليفين

(٢٤٧) أوبال

(٢٤٨) أورثوكليز

(٢٤٩) رمل أوتاوة

(٢٥٠) اسبار أكسفورد

(٢٥١) باراجونيت

(٢٥٢) بيجماتيت

(٢٥٣) بيايكانيت

(٢٥٤) حجر أقلام الإردواز

(٢٥٥) حصوة — حصباء

(٢٥٦) بيروفسكيت

(٢٥٧) بيرثيت

(٢٥٨) فوليريت

(٢٥٩) بلاجيوكليز

(٢٦٠) صخر نارى جوفى

(٢٦١) بورفيريت

(٢٦٢) حجر أوعية الطبخ

(٢٦٣) فلسبار بوتاسيومى

(٢٦٤) اسبار بوتاسيومى

(٢٦٥) طينة بيضاء

(٢٦٦) طين أولى — كاولينات

(٢٦٧) طلق كاذب

(٢٦٨) حجر الخفاف

(٢٦٩) رمل نقى

(٢٧٠) بيريت

(٢٧١) بيروفيليت

(٢٧٢) بيروكسين

(٢٧٣) كوارتز ديوريت

(٢٧٤) كوارتز — مرو

(٢٧٥) كوارتزيت

(٢٧٦) رمل أحمر

(٢٧٧) استياتيت سانتلوزانس رينسيلياريت

(٢٧٨) طين متبقى ، كاولينات

(٢٧٩) رياكوليت

(٢٨٠) ريوليت

(٢٨١) رمل نهرى

(٢٨٢) كوارتز وردى

(٢٨٣) ياقوت

(٢٨٤) روتيل

(٢٨٥) رمل

(٢٨٦) حجر رملى

(٢٨٧) سانيدين

(٢٨٨) زفير — سفير

(٢٨٩) كاولين ساكسون

(٢٩٠) اسكابوليت

(٢٩١) شروتيريت

(٢٩٢) طين ثانوى ، طينة

(٢٩٣) صخر راسب

(٢٩٤) معدن السيليكا ذو التبلور الجزئى

(٢٩٥) صخر ذو كولنة جزئية

(٢٩٦) سيريسيت

(٢٩٧) سربنتين

(٢٩٨) طفل ــ طين صفحى ــ طين طبقى

(٢٩٩) كاولين طفلى

(٣٠٠) سيديريت

(٣٠١) معدن السيليكا

(٣٠٢) طينة سيليسية

(٣٠٣) كاولين حرارى سيليسى

(٣٠٤) كاولين سيليسى

(٣٠٥) سيليمانيت

(٣٠٦) طمى ــ غرين

(٣٠٧) رمل سيناء

(٣٠٨) سينوبيت

(٣٠٩) إردواز

(٣١٠) سميكتيت

(٣١١) كوارتز مدخن

(٣١٢) حجر الصابون

(٣١٣) ميكروكلين صوديومى

(٣١٤) فلسبار صوديومى

(٣١٥) أورثوكليز صود يومى

(٣١٦) اسبار صوديومى

(٣١٧) صوداليت

(٣١٨) تربة

(٣١٩) كاولين كارولينا الجنوبية

(٣٢٠) اسفين

(٣٢١) كوارتز نجمى

(٣٢٢) استياتيت

(٣٢٣) سيانيت

(٣٢٤) بورفير السيانيت

(٣٢٥) تاكيزوليت

(٣٢٦) طاق

(٣٢٧) إردواز طاقى

(٣٢٨) طينة تنيسى الـكروية

(٣٢٩) تيرمياريت

(٣٣٠) عين النمر

(٣٣١) ركام

(٣٣٢) توباز

(٣٣٣) تورمالين

(٣٣٤) تراكيت

(٣٣٥) طين منقول — طينات

(٣٣٦) تريديميت

(٣٣٧) طرابلسى

(٣٣٨) سانيدين فيزوفيا

(٣٣٩) فيتيربيت

(٣٤٠) رماد بركانى

(٣٤١) طين بركانى

(٣٤٢) صخر بركانى

(٣٤٣) فولـكونسكويته

(٣٤٤) ويفيليت

(٣٤٥) طين فلدشتين

(٣٤٦) ويذريت

(٣٤٧) ميكا بيضاء

(٣٤٨) طين البورسيلان الأبيض

(٣٤٩) رمل أبيض

(٣٥٠) وولاستونيت

(٣٥١) أوبال خشبى

(٣٥٢) كاولين تسيتلتز

(٣٥٣) زركون — زَرَق

قائمة أسماء المؤلفين وصفحات ورودها

(م)

(ن)

(هـ)

(و)

الكشـــــــاف

(١) العدد بين القوسين هو رقم الاصطلاح أو الكلمة فى قاموس المصطلحات أو قوائم أسماء المعادن والصخور أو المؤلفين .

حرف البـــاء

حرف التــاء

حرف الثــاء

حرف الجيم

حرف الحاء

حرف الخاء

حرف الدال

حرف الذال

حرف الراء

حرف السين

حرف الشين

حرف الصاد

حرف الظاء

حرف العين

حرف الغين

حرف الفاء

حرف القاف

حرف الكاف

حرف اللام

حرف الميم

حرف النون

حرف الهاء

تصويبات

الكلمة	الصفحة	السطر
أوانى	٤	١٨
تزجيج	٥	١٠
الفخار	٥	١٥
فينيسيا	٦	٢
حيث	٧	١٠
المنتجات	٧	١٥
خاص	٨	١٦
ستة	١٣	١٣
يشبه	١٣	١٧
مسحوق	١٤	١٢
خبث	١٤	١٨
مع	١٥	١٧
دهس	١٩	٨
استخدم	١٩	١١
اتصفت	١٩	١٥
أخذت	٢٠	٧
استحداث	٢١	٥
وجدت	٢١	٩
هذه	٢٢	١٣
الباطنية	٢٢	٢٠
تربيعات	٢٤	٧
فترة	٢٥	٩
الجيرية	٣١	٩
ألومينو	٣٢	١٢
الكاولينيت	٣٣	٧
يمتص	٣٤	١٢
موجبة	٣٥	٩
المتبلورة	٣٥	١٣
أهم	٣٦	٢
قرب	٣٦	٤
الكلوريال	٣٧	١٧
طينى	٣٨	٦
احتوائه	٣٨	١١
يرتبط	٣٨	١٢
يجزىء	٣٨	١٢
ارتباطاً	٣٨	١٢
التفكير	٣٨	١٣
الارتباط	٣٨	١٤
الماغنسيوم	٤٠	١١
الحديد	٤٠	١١
بلدة	٤١	١٢
الألبروسيت	٤٢	٣
مكعبات	٤٢	١١
الأوجيت	٤٢	١٨
الكاولينيت	٤٣	٩
المونتموريللمونيت	٤٣	١٣
براق	٤٤	١

الكلمة	الصفحة	السطر
بنسلفانيا	٤٥	١٧
مسحوقه	٤٦	١٤
يوجد	٤٧	٥
الشروتيريت	٤٧	١٢
»	٤٧	١٦
التشغيل	٥٢	١٨
الإردواز	٥٣	٦
سائل	٥٤	٣
النظام	٥٦	١٢
موازيا	٥٦	١٤
جزيئات	٥٦	١٤
تنتشر	٥٦	١٥
الباهتة	٥٧	٢
بريق	٥٧	٤
انصهارها	٥٧	١١
زجاجية	٥٧	١٢
الذى	٥٧	١٤
المركز	٥٧	١٤
الاستعمال	٥٧	١٦
انكساره	٥٨	٤
الأورتوكليز	٥٨	٥
محلول	٥٨	١٧
الميكا	٥٨	١٨
مدخن	٥٩	٢
التزجيج	٥٩	٨
الآدولاديا	٥٩	٨

الكلمة	الصفحة	السطر
الباريباريت	٥٩	١٦
أورثوكليز	٥٩	١٨
الأليبت	٦٠	١٢
جزيئات	٦٠	١٧
المقاومة	٦١	١١
انكساره	٦٢	٧
النوعى	٦٢	١٤
السيزيا	٦٢	١٨
الروبيديا	٦٢	١٨
جبل	٦٤	٥
يعتبر	٦٥	٧
استعماله	٦٥	١٠
»	٦٦	٧
المتدلية	٦٩	١٥
يصنع	٨٠	١١
بظاهرة	٧١	٦
بلورات	٧١	١٨
الضوء	٧٤	١٥
الزلط	٧٧	١١
ليستعمل	٧٧	١٣
والخزف	٧٧	١٤
الاسم	٧٨	١٠
بنسلفانيا	٨٠	١٤
الماء	٨٢	٢
فيكبر	٨٢	١٠
يكبر	٨٢	١٠

الكلمة	الصفحة	السطر
بطيئة	٨٣	١٢
ثلاثة	٨٤	١٨
إلى خرزة	٨٦	١٢
الفلوسبار	٨٧	٣
اسم	٨٧	٤
جامع	٩٠	٣
القلعة	٩٠	٣
له بريق	٩٠	٧
ماء	٩١	١٣
الإضافية	٩٢	٥
الفلسبار	٩٢	١٤
كولنته	٩٢	١٦
الزلط	٩٣	١
لصلادة	٩٣	١٢
درجات	٩٣	١٤
المشغولات	٩٤	٢
استعمال	٩٤	٤
»	٩٤	٥
ارتفاع	٩٤	٦
مسامية	٩٤	١٩
التسوية	٩٥	١
الصناعية	٩٥	٩
الاحتواء	٩٦	٧
احتمال	٩٦	١١
عالية	٩٦	١٢
اللورند	٩٦	١٤
اتحاد	٩٦	١٥
الغروية	١١٨	٧
الغوام	١١٩	٤
بيت	١١٩	٨
ثاني	١٢٢	٦
يتميأ	١٢٢	٦
استمرار	١٢٢	١١
هذه	١٢٣	٤
الترسيب	١٢٣	١١
الكاولين	١٢٣	١٣
الغازات	١٢٤	٣
البجماتيت	١٢٤	١١
سيليكات	١٢٥	١٠
بقاشها	١٢٦	٢
قسمين	١٢٦	٣
أماكن	١٢٦	١٦
انتقال	١٢٦	١٧
ذكره	١٢٧	١٢
تتجول	١٢٧	١٥
هذه	١٢٨	٧
الزوتيل	١٥٠	١٢
تستعمل	١٦٠	٧
الوزن	١٩٧	٢
طين	٢٠٢	١٥
الطين	٢٠٣	٣
الدقائق	٢٣٩	١٦
قياس	٢٤٠	١٤
بترسيب	٢٧٠	١


Bibliotheca Alexandrina
09993848